

مَنَاهِجُ الْبَحْثِ الْعِلْمِيِّ

تأليف
عبد الرحمن بدوي

الناشر
دار النهضة العربية
٣٢ شارع عبد الحاميد، بيروت
١٩٦٣

اهداءات ٢٠٠٤

أ.د / رمزی زکی

مناهج البحث العلمى

مؤلفات الدكتور عبد الرحمن بدوي

(أ) مبتكرات

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ١ — الزمان الوجودي | ٤ — المحور والنور |
| ٢ — هموم الشباب | ٥ — نشيد الغريب (شعر) |
| ٣ — مرآة نفسي (شعر) | ٦ — هل يمكن قيام أخلاق وجودية ؟ |

(ب) دراسات أوربية

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| ١ — الموت والمبقرية | ٤ — مناهج البحث العلمي |
| ٢ — دراسات في الفلسفة الوجودية | ٥ — النقد التاريخي |
| ٣ — المنطق الصوري والرياضي | ٦ — في الشعر الأوربي المعاصر |

خلاصة الفكر الأوربي

- | | |
|--------------|-------------------------|
| ١ — نيتشه | ٥ — أرسطو |
| ٢ — اشبنجر | ٦ — ربيع الفكر اليوناني |
| ٣ — شوبنهاور | ٧ — خريف الفكر اليوناني |
| ٤ — أفلاطون | ٨ — فلسفة المصور الوسطى |

(ج) دراسات إسلامية

- | |
|--|
| ١ — التراث اليوناني في الحضارة الإسلامية |
| ٢ — من تاريخ الإلحاد في الإسلام |
| ٣ — شخصيات قلقة في الإسلام |
| ٤ — الإنسانية والوجودية في الفكر العربي |
| ٥ — أرسطو عند العرب |

- ٦ — المثل العقلية الأفلاطونية
- ٧ — منطق أرسطو (٣ أجزاء)
- ٨ — شهيدة العشق الإلهي : رابعة العدوية
- ٩ — شطحات الصوفية (أبو يزيد البسطامي)
- ١٠ — روح الحضارة العربية
- ١١ — الإنسان الكامل في الإسلام
- ١٢ — التوحيدى : الإشارات الإلهية
- ١٣ — مسكويه : الحكمة إنخالمة
- ١٤ — فن الشعر لأرسطوطاليس وشروحه العربية
- ١٥ — الأصول اليونانية للتفطريات السياسية فى الإسلام
- ١٦ — أرسطوطاليس : فى النفس (مع الآراء الطبيعية لقلاوطرخس)
- ١٧ — ابن سينا : عيون الحكمة
- ١٨ — ابن سينا : البرهان
- ١٩ — الأفلاطونية المحدثمة عند العرب
- ٢٠ — أفلاطون عند العرب
- ٢١ — للبشر بن فائق : مختار الحكم
- ٢٢ — فلهوزن : الخوارج والشعة
- ٢٣ — أرسطوطاليس : الخطابة
- ٢٤ — ابن رُشد : تلخيص الخطابة
- ٢٥ — مخطوطات أرسطو فى العربية
- ٢٦ — مؤلفات الفزالى
- ٢٧ — مؤلفات ابن خلدون
- ٢٨ — أرسطوطاليس : فى السماء والآثار العلوية

- ٢٩ — حازم القرطاجنى وأرسطوطاليس
٣٠ — رسائل ابن سمين
٣١ — دور العرب فى تكوين الفكر الأوربى

(د) ترجمات

الروائع المائة

- ١ — ايشنلروف : من حياة حائر باثر
 - ٢ — فوكيه : أندين
 - ٣ — جيته : الديوان الشرقى
 - ٤ — ييروئ : أسفار اتشيلد هارولد
 - ٥ — جيته : الأنساب المختارة
 - ٦ — برشت : دائرة الطباشير القوقازية
 - ٧ — ثربنتس : دون كيخوته
 - ٨ — لوركا : مسرحيات لوركا
 - ٩ — برشت : الأم شجاعة
 - ١٠ — دورنمات : علماء الطبيعة
- اشفيتسر : فلسفة الحضارة

مَنَاهِجُ الْحَيِّ الْعَلَمِيِّ



تأليف
عبد الرحمن يدي

الناشر
دار النهضة العربية
٢٤ شارع عبد الحفيظ شريف
١٩٦٣

تفسيه

تقدم البحث العلمى رهين بالمنهج ، يدور معه وجوداً وعلماً ، دقة وتخلخل ، خصباً وعمقاً ، صدقاً وطلائعاً . ومن هنا كان الاهتمام البالغ بتقنين مناهج للبحث العلمى من أيام أرسطو حتى يوم الناس هذا . ويمكن أن تفسر تطورات العلم والمعرفة العلمية بأدوارها المتفاوتة عن طريق بيان دور المنهج العلمى فى تحصيلهما . فما انتكس العلم إلا بسبب النقص فى تطبيق المناهج العلمية ، أو فى تحديدها ، وما نما وازداد أصالة إلا بالدقة فى تحديد المناهج وتقرير مبادئها القويمة . ولا خلاف على هذا بين العلماء الخالص وبين الفلاسفة الباحثين فى منطق البحث العلمى . إنما يأتى الخلاف فى تحديد دور كلا الفريقين فى تشييد المناهج العلمية . ومن الواضح أنه كما أن معرفة الطب لا تستلزم بالضرورة الصحة ، ولا السير بمقتضى القواعد الطبية ، فكذلك معرفة مناهج البحث لا تستلزم بالضرورة تحصيل المعرفة العلمية ولا اتباع قواعد المنهج العلمى . فهذا أمر ، وذلك أمر آخر .

ولكن المعرفة الواعية بمناهج البحث العلمى تمكن العلماء الباحثين من إتقان البحث وتلافى كثير من الخطوات المتمرة أو التى لا تفيد شيئاً .

ومن هنا كانت فائدة بيان مناهج البحث العلمى .

وكتابتنا هذا فى بيان مناهج البحث التى ينبغى سلوكها فى المجموعات الثلاث الكبرى من العلوم ، وهى : مجموعة العلوم الرياضية ، ومجموعة العلوم التجريبية ، ومجموعة العلوم التاريخية . والقواعد التى نسوقها هنا قواعد عامة ، أى تم المجموعة كلها دون أن تخص علماً منها بعينه . ومن الواضح أن تمت فروقاً نوعية بين

المنهج في المجموعة والمنهج في كل علم علم منها ، ولكن البحث في هذه الفروق
موضوع للنهج الجزئية وهو ما لم نهدف إليه من هذا الكتاب .

وعسى أن يكون فيه ما يفيد في توجيه البحث العلمى — الذى لما يثمر بعد
في العالم العربى ثماره المرجوة — على النهج السديد .

عبد الرحمن بدوى

مايو سنة ١٩٤٤

فیفرسین

[illegible]

النهج الاستدلالي

٢١ — ٨١	التفصيل الأول :
٢١ — ٢٩	تطور العلوم الرياضية
٢٩ — ٣٠	الدور العلمي عند اليونان
٣٠ — ٣٣	الهندسة التحليلية
٣٣ — ٣٤	الهندسة الوصفية
٣٤ — ٣٧	الهندسات اللااقليدية
٣٨ — ٤٣	تطور الحساب ونشأة الجبر
٣٤ — ٤٤	تطور الجبر
٤٤ — ٥٠	الميكانيكا
٦٨ — ١٥	نظرية العدد — معنى كلمة العدد
٦٨ — ٧٠	الترتيب
٧٠ — ٨١	أنواع الأعداد

التهج الاستدلالي :

٨٣—٨٢	معنى الاستدلال
٨٩—٨٣	النظام الاستدلالي — تكوين النظرية استدلالية
٩٨—٨٩	التحليل التقليدي للمبادئ — المصادرات — التصرّفات
١٠٠—٩٨	الصلة بين هذه المبادئ
١٠٣—١٠١	قد هذه المبادئ
١١٥—١٠٣	مسار المنهج الاستدلالي
١١٨—١١٦	التجريب العقلي

١٢١—١١٨	صور الاستدلال
١٢٦—١٢١	المشاكل العقلية

المنهج التجريبي

١٢٩—١٢٨	خطوات المنهج التجريبي
١٤٤—١٣٠	طريقة الملاحظة والتأني إلى الوثائق
١٧٠—١٤٤	التجريب
١٤٦—١٤٤	الفرض
١٥٠—١٤٦	نشأة الفروض
١٥٣—١٥١	شروط الفرض
١٥٥—١٥٣	قد الفرض
١٥٧—١٥٥	تحقيق الفرض
١٦١—١٥٧	قواعد ولوحات سيكون
١٦٢	قواعد مل ..
١٦٦—١٦٣	منهج الاتفاق
١٦٨—١٦٦	منهج الاتفاق
١٧٠—١٦٨	منهج التفرعات المساوقة
١٨٢—١٧٠	أساس الاستقراء

المنهج الاستردادي (التاريخي)

١٨٨—١٨٣	حقيقة التأريخ
١٨٨	التقد الخارجي
١٩٤—١٨٨	١ — قد الاستعادة ..
٢٠٤—١٩٤	٢ — قد المصدر
٢١٧—٢٠٤	التقد الباطن ..
٢٠٩—٢٠٦	التقد الإيجابي للتفسير
٢١١—٢١٠	التقد الباطن السلي للتراثة والذقة
٢١٤—٢١١	روايات شهادة البيان أو الروايات المباشرة
٢١٧—٢١٤	الرواية غير المباشرة
٢٢١—٢١٨	استعادة الوثائق
٢٣١—٢٢٢	المنهج في علم الاجتماع

مناهج البحث العلمى

المنهج^(١)

١ - معنى الكلمة :

هذا اللفظ ترجمة للكلمة الفرنسية *méthode* ونظائرها في اللغات الأوروبية الأخرى . وكلها تعود في النهاية إلى الكلمة اليونانية *methodos* ، وهي كلمة ترمز أفلاطون يستعملها بمعنى البحث أو النظر أو المعرفة ، كما نجد أنها كذلك عند أرسطو أحيانا كثيرة بمعنى « بحث » . والمعنى الاشتقاقى الأصلى لها يدل على الطريق أو المنهج المؤدى إلى الغرض المطلوب ، خلال للصاحب والمقبات .

ولكنه لم يأخذ معناه الحالى ، أى بمعنى أنه طائفة من القواعد العامة للصوغ من أجل الوصول إلى الحقيقة فى العلم ، إلا ابتداء من عصر النهضة الأوروبية . فى هذه الفترة ترى المناقشة يعنون بمسألة المنهج ، كجزء من أجزاء للنطق : فمثلا ترى مولينا ونونيث *Molina, Nufiez* يهتمان به ؛ ونجد فصلا طويلا عن المنهج فى كتاب زبرله *Zabarella* (سنة ١٥٧٨) عن « للنطق » ؛ وكذلك لدى أوستاش دى سان بول *Eustache de Saint-Paul* ، مؤلف كتاب « خلاصة فيان » *Somma du Feuillant* للكتاب سنة ١٦٠٩ .

غير أن هذه محاولات لا تزال غامضة . أما المحاولة الواضحة فى ذلك العصر ، عصر النهضة ، فهى تلك التى قام بها راموس *Ramus* (سنة ١٥١٥ - ١٥٧٢)

(١) مراجع :

Claude Bernard : Introduction à l'étude de la médecine expérimentale De la Méthode dans les Sciences, 2 séries, 1920.

A. Lalande : Les théories de l'induction et de l'expérimentation.

L. Rougier : La structure de théories déductives.

قد قسم المنطق إلى أربعة أقسام : التصور ، والحكم ، والبرهان ، والمنهج .
والمنهج قد طالب بدراسته في آثار أصحاب البلاغة والعلم والرياضة . على أن
راموس لم ينته إلى تحديد منهج دقيق للعلوم ، بل عنى خصوصاً بالمنهج في البلاغة
والأدب ، شأنه شأن رجال عصر النهضة ، ولم يهتم بالملاحظة والتجربة إلى درجة
كافية ، لكنه على كل حال صاحب الفضل في لفت النظر إلى أهمية المنهج ، مما
وجد له صدق واسعاً في بيئة ذلك العصر ، ثم في العصر التالي مباشرة عند مناقشة
بوررويال وديكارت . والعلة في أنه لم يسر طويلاً في طريق تكوينه المنهج
الصحيح أنه كان أقرب إلى الأدب منه إلى العلم ، فلم يكن فزيائياً ، ولو أنه
كان رياضياً .

وهنا ، أعني في القرن السابع عشر ، تمت الخطوة الحاسمة في سبيل تكون
المنهج . فيكون في كتابه « الأورغانون الجديد » *Novum Organum*
(سنة ١٦٢٠) صاغ قواعد المنهج التجريبي بكل وضوح . وديكارت حاول
أن يكتشف المنهج المؤدى إلى حسن السير بالعقل ، والبحث عن الحقيقة في العلوم
كما يدل على ذلك نفس عنوان كتابه « مقال في المنهج » (سنة ١٦٣٧) .
وأتى أصحاب « منطق بوررويال » (الطبعة الأولى سنة ١٦٦٢) فنموا بتحديد
المنهج بكل وضوح ، وجعلوه القسم الرابع من منطقهم هذا .

حدث أصحاب هذا المنطق المنهج بأنه « فن التنظيم الصحيح لسلسلة من الأفكار
العديدة ، إما من أجل الكشف عن الحقيقة ، حين نكون بها جاهلين ؛ أو من
أجل البرهنة عليها للآخرين ، حين نكون بها طرفين » . فتمه إذن نوعان
من المنهج : أحدهما للكشف عن الحقيقة ، ويسمى التحليل أو منهج الحل ،
ويمكن أن يدعى أيضاً منهج الاختراع ؛ والآخر ، وهو الخاص بتعليمها للآخرين
بعد أن نكون قد اكتشفناها ، يسمى بالتركيب أو منهج التأليف ، ويمكن أن

ندعوه أيضاً « منهج الذهب » (طبعة إميل شارل ، ص ٣٦٥ ، باريس سنة ١٨٧٨) . وللاطلاع على هذا التعريف للمنهج أنه ناقص ، إذ هو لا يكاد يتحدث إلا عن الأفكار ، لا عن الوقائع والقوانين ، كما لاحظ إميل شارل (الموضع نفسه ، تعليق) . وما هذا إلا لأنهم عتوا بالمنهج الرياضى الاستدلالى ، دون المنهج التجريبي أو التاريخي . ولذا لا نرى في حديثهم كلاماً عن العلوم الفيزيائية ، بل اقتصر الأمر تقريباً على الرياضيات والمهندسة بوجه خاص .

بيد أن من الممكن ، بإضافة منطق سيكون إلى منطق بوررويال ، أن نقول إن المنهج الاستدلالى والمنهج التجريبي قد تكوَّنا في القرن السابع عشر بصورة واضحة .

وبذا تكونت فكرة المنهج بالمعنى الاصطلاحي المستعمل اليوم ابتداءً من ذلك التاريخ . ومعناه إذن : الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقيقة في العلوم ، بواسطة طاقة من القواعد العامة تهيم على سير العقل وتحدد عملياته حتى يصل إلى نتيجة معلومة .

٢ - أنواع المنهج :

والمنهج مفهوماً على هذا النحو ، قد يكون مرسومًا من قبل بطريقة تأملية مقصودة ، وقد يكون نوعاً من السير الطبيعي للعقل لم تحدد أصوله سابقاً . ذلك أن الإنسان في تفكيره قد ينظم أفكاره ويرتبطها فيما بينها حتى تتأدى إلى المطلوب على أبسروجه وأحسنه ، على نحو طبيعى تلقائى ليس فيه تحديد ولا تأمل قواعد معلومة من قبل . فهذا منهج أيضاً ، ولكنه منهج تلقائى . أما إذا تأملنا في المنهج الذى سرنا عليه في تحصيلنا لمعارفنا العلمية ، وحاولنا أن نحدد قواعده ونسن له قوانينه ، وننقن أوجه الخطأ والانحراف من أوجه الصواب والاستقامة ، ثم كونا

من هذا كله طائفة من القواعد العامة الكلية التي تخضع لها في المستقبل طرائق بحثنا ، فإن المنهج يكون منهجاً عقلياً تأملياً .

فكان لدينا إذن نوعين من المنهج : منهجاً تلقائياً ، وآخر تأملياً . وواضح أن هذا الأخير هو الذي يمكن أن يكون موضوعاً للعلم ، هو هنا المنطق ، لأنه يقوم على التأمل والشعور ، لا على التلقائية والاشعور غير الواضح . ولهذا فإننا سنستعمل المنهج كموضوع لجزء من المنطق ، بهذا المعنى الأخير . وهو فضلاً عن المعنى الشائع المفهوم عادة ، حين نتحدث عن البحث المنهجي ، أو السير على منهج . وإن كان هذا يجب ألا ينسينا أن المنهج التأملي يقوم في الأصل على المنهج التلقائي . وتلك مسألة ستتناول بعد قليل عند الكلام عن تكوين علم المناهج ، فإنها ليست من الواضوح كما يبدو لأول وهلة .

٣ - علم المناهج :

والعلم الباحث في المنهج أو المناهج التأملية يسمى علم المناهج .

وإذا كان المنهج كما رأينا هو البرنامج الذي يحدد لنا السبيل للوصول إلى الحقيقة أو الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقيقة في العلوم ، فإن من الممكن أن نفهم هذا اللفظ بمعنى علم ، فتدخل تحته كل طريقة تؤدي إلى غرض معلوم نريد تحصيله : فتمت على هذا الاعتبار منهج للتعلم ، ومنهج للقراءة ؛ وتمت أيضاً منهج للوصول إلى نتائج مادية ، كما هي الحال في العلوم العملية . ففي الطب مثلاً يوجد منهجان : المنهج الوقائي من الجراثيم ، *aseptique* ، والمنهج العلاجي من الجراثيم *antisepitique* . وللثريية منهج ، وللدراسات على اختلافها مناهج .

ولكن المنهج كما نريده هنا لا يطلق بهذا المعنى العام ، بل يجب قصره على الطريق المؤدى إلى الكشف عن الحقيقة في العلوم النظرية . وتبعاً لاختلاف

هذه العلوم ، تختلف المناهج ؛ ولكنها يمكن أن ترد إلى منهجين هما الاستدلال والتجريب ، يضاف إليهما منهج ثالث خاص بالعلوم الأخلاقية أو التاريخية هو منهج الاسترداد .

والعلم الباحث في هذه المناهج الثلاثة خصوصاً يسمى علم المناهج . فهو العلم الباحث في الطرق المستعملة في العلوم للوصول إلى الحقيقة .

وكلمة *Methodologie* ترجع خصوصاً إلى كُنت . فقد قسم المنطق إلى قسمين : مذهب المبادئ ، وموضوعه شروط المعرفة الصحيحة ، وعلم المناهج الذى يحدد الشكل العام لكل علم ، والطريقة التى بها تكون أى علم كان . وإلى جانب علم المناهج العام هذا ، توجد علوم مناهج جزئية تختلف تبعاً للعلوم ، ومهمة كل منها أن يحدد العمليات الواجب اتباعها فى دراسته .

٤ - تكوين هذا العلم :

ولما كان هذا العلم يبحث فى المناهج التى يتبعها العلماء فى أبحاثهم من أجل الوصول إلى الحقيقة كل فى ميدانه ، فإنه لا يمكن أن يتكون إلا بالنظر فى السبل التى سلكها هؤلاء العلماء أنفسهم . ومن هنا قامت مشكلة عظيمة تتصل بتكوين هذا العلم : ما نصيب العالم المتخصص ، وما نصيب الفيلسوف فى هذا التكوين ؟ وهى مشكلة قد أثيرت فى أواخر القرن الماضى بعد أن وضعها فى شكلها الحاسم كلود برنار .

قال كلود برنار إن المناهج لا يمكن أن تدرس نظرياً كتواعد علمية يفرض على العالم بعد أن يسير وفقاً لها . إنما تتكون فى داخل العمل ، الذى هو معبد العلم الحقيقى ، وإبان الاتصال المباشر بالوقائع والتجارب العملية . « ذلك أن هذه العمليات والمناهج العملية لا تتعلم إلا فى المعامل ، حيث يكون القائم بالتجريب

في اشتباك مع مشاكل الطبيعة ؛ فهأنا يجب أن نوجه الشباب أولاً . أما التاريخ والنقد الملى فمن شأن السن الناضجة . ولا يمكن أن ينتجا نتائج ذات قيمة إلا بعد أن يكون المرء قد بدأ يحصل العلم في معبده الحقيقى ، .أعنى فى العمل . ولا بد للجرب أن تختلف عمليات البرهان لديه إلى غير نهاية ، وقساً للعلوم المختلفة ... إن روح صاحب التاريخ الطبيعى ليست هى بعينها روح صاحب علم وظائف الأعضاء ، ورح الكيمائى ليست روح الفزيائى ... والتعاليم النافذة هى وحدها تلك الصادرة عن التفاصيل الخاصة بالممارسة التجريبية فى علم معين بالذات . لقد أردت أن أعطى فى هذا المدخل فكرة دقيقة قدر المستطاع عن علم وظائف الأعضاء والطب التجريبي . ومع ذلك فأنا أبعد ما أكون من الادعاء أنى قدمت قواعد وتعاليم يجب أن تتبع بطريقة دقيقة متقنة ... لقد أوردت شواهد علمية ، ولكنى احتطت جيداً فى ألا أعطى تفسيرات نافذة وفى ألا أضع قاعدة واحدة مطلقة ، لأننى أعتقد أن مهمة الاستاذ هى أن يقصر نفسه على أن يبين للتلميذ بوضوح الغاية التى يستهدفها المعلم ، وأن يبين له كل الوسائل التى فى وسعه من أجل بلوغه وتحصيله ... إلا أن العلوم لا تتقدم إلا بالأفكار الجديدة وبالقوة المبدعة للروح » («المدخل للدراسة الطب التجريبي» ، القسم الثالث، الفصل الرابع ، ص ٣٩٤ — ص ٣٩٦) .

أما هؤلاء الفلاسفة الذين حاولوا أن يقدموا تعاليم عامة يجب على العالم اتباعها فى بحثه فلم يفيدوا شيئاً فى تقدم العلوم الخاصة . حقاً إن أبحاثهم قد بدت فى أول الأمر مغرية لأولئك الذين لا ينظرون إلى العلم إلا عن بُعد ؛ ولكنها ليست بذات فائدة إطلاقاً للعلماء الحقيقيين ، كما أنها أضلّت هؤلاء الذين يريدون الإقبال على تحصيل العلم ، بإظهارها الأمر على حال من البساطة الزائفة ؛ وإلى جانب هذا كله قد أهملت العقل بخليط من التعاليم والقواعد النافضة أو غير القابلة للتطبيق ،

من واجب أن يبادر الإنسان إلى نسيانه إذا أراد أن يدخل في ميدان العلم ويصير مجرباً حقاً .

وللإلماع الرئيسية في رأى كلود برنار هذا هي أولاً : أن العلم لا يحصل إلا في العمل ووفقاً للحاجة العلمية ؛ وثانياً أن العلم يجب ألا يسبق في ذهن العالم بمذهب فلسفي معين يسير وفقاً له في أبحاثه ؛ وثالثاً أن المناهج تختلف باختلاف العلوم ، لأن روح هذا العالم الفزيائي ، غير روح ذلك العالم الكيميائي ، وليس ثمة بالتالي منهج واحد للبحث في العلوم كلها أو في طائفة منها بأكملها . والنتيجة لهذا إذن ، أن تكوين المناهج ليس من مهمة الفيلسوف ، لأنه لا يستطيع إلا أن يقدم منهجاً عاماً ، فضلاً عن أنه ليس على اتصال مباشر بالعلم في معبده الحقيقي وهو العمل ؛ إلى جانب كونه متأثراً بمذهب خاص يتحكم في تقديراته وتوجيهاته .

ورأى كلود برنار هذا صحيح في مضمونه العام . فليس لصاحب النطق أن يفرض قواعد وتعاليم معينة على العالم المتخصص . وذلك أولاً لاختلاف فروع العلم اختلافاً يجعل من المستحيل تقريباً أن نعطى قاعدة عامة لكل العلماء في مختلف فروع العلم ؛ وثانياً لتنوع العمليات تبعاً للأحوال الخاصة بموضع الدرس ، مما يجعل التعميم أكثر صعوبة وأدعى إلى قصان الفائلة المرجوة . والشاهد على هذا أن العلم لم يتقدم شيئاً بالنصائح الجزئية التي قلّمها سيكون أو استيورت مل .

ولكن هل معنى هذا أن تكوين المناهج من شأن العالم وحده ؟ كلا ؛ فإن العالم المتخصص الفائق عليه في ميدان محدود لا يستطيع أن يقين الروابط الجامعة بين الليادين المختلفة للعلم ، مع أن العلوم تتشابك في مناهجها بالضرورة ، نظراً إلى وحدة العقل الإنساني ، إلى حد كبير على الأقل . فلا بد إذن من أن يأتي شخص غير متخصص في علم واحد بالذات ، ويحاول ، باستقرائه للمناهج التي اتبناها العلماء

المختلفون في ميادينهم المختلفة ، أن يستخلص النماذج العامة للمناهج العلمية وأن ينحو نحو شيء من التعميم حتى يضع صورة إجمالية عامة للمناهج التي يتبناها العقل الإنسانى في تحصيله للحقيقة في العلوم . وهذا الشخص لا يمكن إلا أن يكون للنطق ، إذ هو وحده القادر على الجمع بين مختلف الميادين في نظرة واحدة شاملة تهيئ له أن يدرك لللاحق العامة والخصائص الكلية المشتركة بين للمناهج المتبعة في فروع العلم للتصديده . وفي هذا المعنى يقول فُنت : « إن مناهج البحث وثيقة الارتباط باطنياً بتطبيقاتها العلمية ، إلى درجة أنه لا توجد مشكلة مركبة لا تشارك جميعاً في حلها . وليس الأمر هنا مقصوراً على رابطة التتالى في الترتيب بمعنى ... أن للنهج التالى يفترض مقدماً منهجاً سابقاً ، بل تدخل (للمناهج) اللاحقة في تلك السابقة كذلك » (المنطق ، ج ٢ ، اشترجت سنة ١٩٠٧ ، ص ٣٨) .

فعمل التنسيق بين المناهج عمل ضرورى لا بالنسبة إلى الفيلسوف الذى يبحث في تطور العقل الإنسانى وفي ملكاته في مختلف مظاهر النشاط التى يعمل بها لحسب ، بل وأيضاً بالنسبة إلى العالم المتخصص نفسه . والدليل على هذا أن كلود برنار نفسه قد قدم لنا في كتابه هذا نظاماً من التعاليم والقواعد العامة التى لا تقتصر على علم الطب التجريبي أو علم وظائف الأعضاء بل تصلح لكل يستفيد منها العالم الفزيائى والعالم الكيماى الخ ، حتى كان لهذا الكتاب أثر في تقدم للمناهج العلمية والدراسة العلمية في أواخر القرن الماضى ، بل وأوائل هذا القرن ، مما دعا برجنسون إلى نعت هذا الكتاب بأنه «مقال عن النهج» للقرن التاسع عشر . ومعنى هذا أن من الحكمة ، حتى من وجهة نظر كلود برنار نفسه ، أن يستفيد العالم المتخصص من التعاليم العامة التى توجه إليه من العلوم الأخرى فيما يتصل بالنهج العلمى .

والمشكلة الحقيقية التى يثيرها كلود برنار هى تلك التى أوردناها في أول هذه

الفقرة وهى : هل الفيلسوف أو العالم هو الذى يضع القواعد للمناهج العلمية ؟ وهى مسألة لا تتناقى مع فكرة التنسيق . ونرى نحن أن مهمة الفيلسوف لا تتناقى هنا مع مهمة العالم ، لأنها خطوة تليها . فالواجب أن يبدأ العالم المتخصص فيرشدنا إلى المنهج الذى اتبعه فى أبحاثه وأن يقدم لنا تقريراً مفصلاً عن الخطوات التى مرَّ بها وهو بسبيل بحثه فى ميدانه الخاص ؛ ثم يأتى عالم آخر أوسع أفقاً وأميل إلى النظرة العامة ، أى يكون ذا نزعة فلسفية ، فيحاول أن ينسق بين هذه التقارير التى قدمها العلماء المتخصصون كي يستخلص منها الخصائص العامة للمناهج المختلفة ؛ ثم يأتى الفيلسوف المنطقي فى الدرجة الثالثة فيحاول إرجاع هذه المناهج إلى صفات ذاتية فى العقل الإنسانى ، محاولاً أن يصوغ النتائج التى وصل إليها السابق فى صيغ واضحة تنظم على هيئة مذهب فى العقل الإنسانى من حيث طبيعة أبحاثه فى البحث عن الحقيقة . فالقرارات التى كتبها باستير مثلاً عن أبحاثه فى الجراثيم تصلح لأن تمثل الدرجة الأولى ؛ وكتاب ككتاب كلود برنار : « المدخل إلى دراسة الطب التجريبي » يمثل الدرجة الثانية التى فيها يقوم عالم بالنظر فى مناهج العلوم المختلفة وبخاصة تلك الوثيقة الصلة بعلمه الخاص . أما الدرجة الثالثة فهى مهمة المنطقي الذى ينظم تلك النتائج ويوفق بينها فى صورة عامة رابطة إياها بطبيعة العقل الإنسانى نفسه ؛ ويمثلها ليكون واستيورت مل ومناخ الخ .

وواضح من هذا أنه ليس من وظيفة الفيلسوف المنطقي الباحث فى علم المناهج أن يعطى تعاليم ونصائح جزئية يفرض على العالم المتخصص اتباعها . بل كل ما يقدمه له إشارات عامة وتوجيهات كلية يدعوه إلى الاهتمام بها أثناء بحثه ؛ وليس فيها أى إهمال عليه أو خنق لروحه ، إذ لا يفرض عليه أن يتبناها كما هى ؛ بل للعالم المتخصص مطلق الحرية فى اتباعها أو عدم اتباعها أو تعديلها بما يتلاءم وموضوع بحثه الخاص . وعلى الفيلسوف أو المنطقي أن يفهم أن المناهج ليست

أشياء ثابتة ، بل هي تتغير وفقاً لمتطلبات العلم وأدواته ، ويجب أن تكون قابلة للتعديل المستمر حتى تستطيع أن تفي بمطالب العلم المتجددة ، وإلا كانت عبثاً ومصدراً للضرر . فكما يرى أربان Urban لا يوجد منهج لا يفقد في النهاية خصوصيته الأولى ؛ بل لا بد أن توجد لحظة فيها يشعر المرء بأنه ليس من الفائدة أن يبحث الإنسان عن الجديد على آثار القديم ، وبأن الروح العلمية لا يمكن أن تتقدم إلا بإيجاد مناهج جديدة . وكل بحث في المنهج العلمي هو بالضرورة بحث مؤقت ، لا يمكن أن يصف تركيباً نهائياً للعقل العلمي . والواقع أن المناهج العلمية لا بد أن تعدل ، بل وترفض من جيل إلى جيل ، إذا ما ثبت عدم صلاحيتها . فإن التطبيق العلمي في اختلاف باستمرار ، والمنهج بالتالي لا بد أن يعدل على الدوام . والنتيجة لهذا إذن أن المناهج العلمية في تغير ، وهذا التغير يمتنع بتقديم العلم وحاجاته ، وهذه أمور لا يقدرها إلا العالم المتخصص أولاً وبالذات ؛ فرد الأمر في النهاية إذن إلى العلماء المتخصصين . وما على الفيلسوف الباحث في المناهج إلا أن يتابع مناهج العلماء المتخصصين وأن يستقرها لديهم ثم يحاول أن ينسجها في نماذج عامة ، ويربطها من بعد بطبيعة العقل الإنساني ؛ وليس له إذن أن يقدم نصائح جزئية لهؤلاء ، بل توجيهات عامة لهم أن يأخذوا بها أو أن يستلهموها ، كما لم أن يرفضوها .

وليس في هذا حظٌ من قَدَر مهمة الفيلسوف الباحث في المناهج ، لأن مهمته الرئيسية أن يكشف عن الطرائق العامة التي يسلكها العقل الإنساني في بحثه عن الحقيقة بتأمله في المناهج التي سار عليها العقل في تحصيله للعلم في مختلف فروع نشاطه .

٥. - أنواع المناهج :

ومع هذا فيجب ألا تنال في تأكيد هذا الاختلاف في مناهج العلوم تبعاً لاختلافها ، فإن وراء هذه المناهج كلها وحدة العقل الإنساني . والحقيقة أن الفصل بين مختلف المناهج بالنسبة إلى أى علم من العلوم يكاد يكون مستحيلاً ، حتى إن كلود برنار نفسه وهو الذى أكد التميز في مناهج العلوم المختلفة ، قد حاول هو نفسه أن يرد المناهج إلى منهج واحد ، بمعنى أنه ليس من الممكن أن تفصل المناهج بعضها عن بعض في تكوين العلم الواحد ، وقال بصراحة : « إنى لا أعتقد أن الاستقراء والاستدلال يكونان نوعين من البرهان متبايزين من حيث الجوهر . فإن في عقل الإنسان ، بطبعه ، شعوراً أو فكرة عن مبدأ يحكم الأحوال الجزئية . ويسير دائماً ، وعلى نحو غريزى ، من مبدأ أحرزه أو اخترعه بواسطة الفرض ؛ ولكنه لا يستطيع مطلقاً أن يسير في البراهين إلا بواسطة الأقيسة ، أى بالسير من الكلى أو العام إلى الجزئى أو الخاص » (للدخل للدراسة الطب التجريبي « ق ا ف ٢ § ٥ ص ٧٦) . إذ يرى أن الأمر هنا يتوقف على الموضوع الذى يشتغل فيه الباحث : فإذا كان يسير من مبادئ ثابتة معروفة إلى النتائج التى تتضمنها كان يسلك سبيل الاستدلال ؛ أما إذا كان يإزاء علاقات معقدة وأحوال متشابهة ، فإنه لا يستطيع أن يسير يقين ، بل لابد له من افتراض القروض وتحقيها من بعد بواسطة التجربة حتى يضمن صحة الخطوات التى يسير بها ، وهو في هذه الحالة إنما يستخدم منهج الاستقراء . ويشبه الحالة الأولى بحالة من يسير في أرض راسخة مستوية وفي طريق مهد مستقيم يراه أمامه في سفته بكل وضوح ، إلى غاية معلومة إلى حد ما ؛ كما يشبه الحالة الثانية بحالة من يمشى في طريق ملتو مظلم وأرض وعرة مجهولة يمشى ما بها من مهاد وغيران ، فيضطر في كل خطوة يخطوها إلى التأكد من أنه يضع قدمه على أرض ثابتة ، وهكذا

لا بد له من التحقق في كل مرة بواسطة التجربة من أنه يسير في طريق سليم . فلا فارق مثلاً بين عالم التاريخ الطبيعي وبين الرياضي في نقطة البدء عند البحث عن المبادئ : فكلاهما يستقرى ويفرض ويحرب من أجل أن يتبين صحة أفكاره . وإنما يبدأ الاختلاف بينهما بعد وصول كل إلى المبادئ : حيثئذ تصير للمبادئ عند الرياضي مطلقة ، لأنها لا تنطبق على الواقع للوضوح كما هو ، ولكن على الروابط التي بين الأشياء منظوراً إليها في أحوال بالغة البساطة يخلقها الرياضي في ذهنه . وتبعاً لهذا لا يرى نفسه في حاجة إلى الالتجاء إلى التجربة ، ولا إلى أي شيء آخر خارجي غير للمبادئ التي بدأ بحثه منها ، بل يكفي أن يسير الاستدلال على قواعد المنطق لكي تكون النتائج صحيحة . أما عالم التاريخ الطبيعي فلا يستطيع أن يسير على هذا النحو ، لأن المبدأ الذي يصل إليه يظل دائماً مبدئاً موقوتاً ، نسبياً ، تحت رحمة التجارب الجديدة التي قد تؤدي إلى إنثائه واستبدال آخر به ، لأنه مبدأ قائم على روابط معقدة ، وبالتالي لا يوجد فيها يقين واضح . وإذا كان كذلك ، فإن الاستدلالات التي يقوم بها ابتداء منه ستكون هي الأخرى تحت رحمة التجارب الجديدة ، وبالتالي مشكوكاً فيها وليست يقينية النتائج . وإنما يأتي لها اليقين من التجربة التي لا بد لنا أن نقوم بها في كل خطوة حتى تثبت بوضوح صحة الخطوات التي نسير بها . » وهذا الاختلاف بين الرياضيين وعلماء التاريخ الطبيعي اختلاف رئيسي ، من ناحية يقين مبادئهم والنتائج المستخلصة منها ؛ ولكن تركيب البرهان الاستدلالي واحد تماماً بالنسبة إلى كلا الفريقين . فكلاهما يبدأ من قضية ؛ غير أن الرياضي يقول : ما حدثنا نعلم بنقطة البدء هذه ، فإن هذه الحالة الجزئية تنتج عنها بالضرورة ؛ بينما عالم التاريخ الطبيعي يقول : إذا كانت نقطة البدء هذه صحيحة ، فإن هذه الحالة الجزئية يمكن أن تنتج عنها كنتيجة لها . فالرياضي والعالم الطبيعي حين يبدأان من مبدأ يستخدمان إذن كلاهما الاستدلال . إذ يبرهن كل منهما متخذاً سبيل القياس ؛ بيد أنه ، بالنسبة إلى العالم الطبيعي ،

هذا قياس تظل نتيجته مشكوكاً فيها وتتطلب التحقيق ، لأن مبدأها غير مشهور به (غير يقينى) . وهذا هو البرهان التجريبي أو الشكى ، وهو وحده الذى نستطيع استخدامه حين تفكر فى الظواهر الطبيعية » (للوضع نفسه ، ص ٧٥ . - ص ٧٦) .

والواقع أننا لانستطيع أن نفصل بين المنهج الرياضى والمنهج التجريبي بالنسبة إلى الرياضيات أو إلى العلوم الطبيعية . فكل علم من هذه العلوم يلجأ إلى كلا المنهجين . فالرياضة تعتمد على المنهج التجريبي إلى جانب اعتمادها على المنهج الرياضى ؛ وأى علم من العلوم الطبيعية لا بد أن يلجأ إلى المنهج الرياضى . فهذه مسألة يؤكد لنا سمحتها تاريخ الرياضة من ناحية ، وطريقة تكونها عند كل عالم من ناحية أخرى .

فكما سنرى من بعد عند كلامنا عن نشأة الرياضيات ، نجد أن العلوم الرياضية كانت فى نشأتها تجريبية . فالهندسة نشأت لدى البابليين تجريبية ، بمعنى أنها قامت على تجارب جزئية وملاحظات لأحوال خاصة عثم مدلولها ؛ فقد شاهد البابليون بالملاحظة أن ضلع السدس للتنظم يساوى الشعاع ؛ وللأحواض فى طيبة قد لاحظوا أن الثلث الذى تكون نسب أضلاعه ٣ : ٤ : ٥ هو مثلث قائم الزاوية . ومن هذه للملاحظات أقام الرياضيون اليونانيون الهندسة النظرية . بل ليس الأمر فى هذا مقصوراً على الرياضيات فى العصر القديم ، بل وأيضاً فى العصر الحديث نجد أن جاليليو لم يستطع تقدير مساحة شبه الدائرى cycloïde إلا بواسطة التجربة بأن وزن قطعتين من مادة وسمك واحد فوجد أن مساحته ثلاثة أمثال مساحة الدائرة المولدة ؛ وأولر قد اكتشف بطريقة تجريبية أن كل عدد زوجى هو حاصل جمع عددين أوليين . وكثير من القضايا الجديدة فى الرياضيات قد وضعت بناء على للملاحظة خصوصاً فى نظرية الأعداد .

بل ليس الأمر مقصوراً على الملاحظة والتجربة ، بل وفي فرض الفروض كذلك ؛ فإن الرياضى يقوم بتخيل مسائل جديدة ، لا يعرف الغاية منها في بادئ الأمر ، فيظل ينتظر النتائج كالفزيائى سواء بسواء .

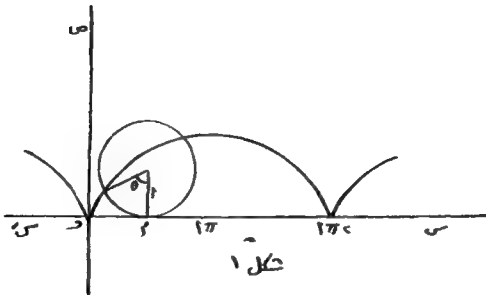
ومن هذا نرى أن الرياضى يلجأ أيضاً إلى المنهج التجريبي . والأمر أظهر في اجتياح العالم الفزيائى إلى المنهج الرياضى ؛ إذ هو يتحور نحو اكتشاف قوانين عامة يصوغها في صيغ رياضية يستخدمها من بعد في استخراج النتائج الخاصة بالأحوال الجزئية .

والعالم الطبيعى يلجأ إلى جانب هذا إلى المنهج الاستردادى . ففي علم كالجولوجيا خصوصاً ، يحاول أن يكشف التطورات التى مرت بها القشرة الأرضية منذ أقدم العصور ، وذلك اعتماداً على الآثار المختلفة التى خلفتها العصور الجولوجية المتباينة في تلك القشرة . وهو في هذا إنما يسير على نفس المنهج الذى يسلكه المؤرخ في المنهج الاستردادى : لأن المؤرخ يقوم هو الآخر بتتبع الآثار المتخلفة عن عصر كى يسترد حال هذا العصر كما كانت . ومنهج الإحصاء المستخدم خصوصاً في علم الإحصاء يستخدم كذلك في علم الكيمياء في حصرنا للعناصر ومحاولتنا تصنيفها . وهذا يدل على أن المنهج الاستردادى يسير أحياناً جنباً إلى جنب مع المنهج التجريبي .

والنتيجة لهذا إذن أن الفصل بين المناهج العلمية غير ممكن في البحث العلمى ؛ ولكننا نقوم بهذا التقسيم للمناهج من أجل دراستها فحسب . وعلينا إذن أن نراعى تلك الوحدة ، وأن لا نعد هذا التقسيم تقسيماً مطلقاً . فهى كلها في الواقع خطوات مختلفة في منهج واحد عام ، قد يسير بها كلها بالنسبة إلى مسألة واحدة في علم واحد . ولتأخذ مثلاً لهذا تقدير مساحة شبه الدائرى ؛ فإننا في تقديرنا لمساحته لجأنا أولاً كما فعل جاليليو إلى التجربة ، ثم أتى روبر فال في سنة ١٦٣٤

فوجد مساحته بطريقة رياضية ، وأخيراً جاء بسكال فحل المسائل المتصلة بهذا
التحدي في رسالته عن شبه الدائري التي كتبها سنة ١٦٥٨ . ولهذا التقدير
لمساحته تاريخ طويل قبل جاليليو ، ومن جاليليو في سنة ١٦٣٠ حتى روبرفال
سنة ١٦٣٤ ثم فرما Fermat بعد ذلك بقليل ثم بسكال في سنة ١٦٥٨ ، ومن
بعده أتى وليس Wallis في السنة التالية فحل كل المسائل المتعلقة به فيأعدا تلك
الخاصة بمركز الكتلة . وهذا التاريخ مفيد لنا في بحثنا في نظرية شبه الدائري ،
وهو تاريخ نصل إليه عن طريق منهج الاسترداد . ومن هذا نرى أنه من
الممكن أن تتدخل المناهج الثلاثة الرئيسية في حل مسألة واحدة في علم معين ؛
كما يدل على أن الفصل بين المناهج غير ممكن عملياً^(١) .

(١) وهناك رسماً لشبه الدائري ومصادلاته :



(الشكل رقم ١)

مصادلات شبه الدائري العمرية هي :

$$س = ا (\Theta - \text{جيب } \Theta) \quad س = ا (١ - \text{جيب } \Theta)$$

حيث Θ هي الزاوية التي يولدها نصف قطر الدائرة

و $ا$ هي نصف قطر الدائرة

=

ونحن نقول المناهج الثلاثة الرئيسية ، والواقع أن عدد المناهج لا يكاد ينعصر . ففي داخل كل علم عدة مناهج ، بل إنه لمن المستحسن أحياناً أن نستعمل مناهج خاصة لمسائل جزئية في داخل العلم الواحد . غير أنه من المستحسن أيضاً أن نرد هذه المناهج العديدة إلى مناهج نموذجية قليلة تُقرَع عليها المناهج الجزئية الأخرى ، مناهج نموذجية نستطيع في نهاية الأمر حصرها في ثلاثة أو أربعة :

١ — المنهج الاستدلالي أو الرياضى وهو الذى نسير فيه من مبدأ إلى قضايا تنتج عنه بالضرورة دون التجاء إلى التجربة ، وهو منهج العلوم الرياضية خصوصاً ؛

٢ — المنهج التجريبي ويشمل الملاحظة والتجربة معاً وهو الذى نبدأ فيه من جزئيات أو مبادئ غير يقينية تماماً ونسير منها معمين حتى نصل إلى قضايا

$$\begin{aligned}
 &= \text{الجيب} \quad \frac{\text{القابل}}{\text{الوتر}} = \text{sine} \quad \text{للقابل لزاوية ١} \\
 &\text{جيب التمام} \quad \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \text{cosine} \\
 &\text{المماس} \quad \frac{\text{القابل}}{\text{المجاور}} = \text{tangent} \\
 &\text{قاطع التمام} \quad \text{عكس الجيب} = \text{cosecant} \\
 &\text{التامع} \quad \text{عكس جيب التمام} = \text{secant} \\
 &\text{ظل التمام} \quad \text{عكس المماس} = \text{cotangent} \\
 &\text{أما مساحة أى قوس من شبه الدائرى فتساوى : } ٣ \times ١ \\
 &\text{وطول أى قوس من شبه الدائرى يساوى : } ٢٨ \\
 &\text{حيث ١ هى نصف قطر القائرة الدائرة}
 \end{aligned}$$

المعادلات الإيمترية : المتجى المستوى يمثل عادة بمعادلة واحدة ذات متغيرين يمثلان إحداثيات متعامدة أو إحداثيات قطبية . وفي بعض الأحيان يستحسن تمثيل المتجى بمعادلتين تعبران عن الإحداثيات منفصلة ، بمنفوعة متغير ثالث يسمى الإيمتر ؛ وحيث تسمى هذه المعادلات بـ « المعادلات الإيمترية » . ويمكن أيضاً إيجاد معادلات إيمترية للسطوح والمنحنيات الفراغية .

عامة ، لاجئين فى كل خطوة إلى التجربة كى تضمن لنا صحة الاستنتاج ؛ وهو منهج العلوم الطبيعية على وجه التخصص ؛

٣ — المنهج الاستردادى أو المنهج التاريخى وهو الذى تقوم فيه باسترداد الماضى تبعاً لما تركه من آثار ، أياً كان نوع هذه الآثار ؛ وهو المنهج المستخدم فى العلوم التاريخية والأخلاقية .

٤ — ونستطيع أن نضيف إليها منهجاً رابعاً هو المنهج الجدلى الذى يحدد منهج التناظر والتحاور فى الجماعات العلمية أو فى المناقشات العلمية على اختلافها . ولا يمكن هذا المنهج أن يأتى بثمار حقيقية إلا إذا أسعده المناهج الثلاثة السابقة .

الباب الأول

المنهج الاستدلالي

الفصل الأول

تطور العلوم الرياضية^(١)

٦ — كل معرفة تبدأ من الحس ، وتتطور من المحسوسات إلى المجردات . والمعرفة الرياضية ، ولو أنها تبدو كأنها مجردة بطبيعتها ، فإنها هي الأخرى قد تطورت على هذا النحو كذلك .

وأول ما يدرك من المحسوس هو الامتداد ؛ ولذا كانت الهندسة أول العلوم الرياضية في النشأة . والآثار الأولى التي لدينا عن فكرة الامتداد لدى الأقدمين تكاد ترجع إلى حوالى سنة ١٠٠٠٠ قبل الميلاد ، وذلك في تلك الرسوم التي نراها في كهوف عصر الرنة ، والتي تعطينا فكرة عن المحاكاة . غير أن هذه الرسوم لا تكشف لنا عن فكرة واضحة في المكان ،

(١) مراجع في فلسفة الرياضيات :

L. Brunschvicg : *Les étapes de la philosophie mathématique*, 2e éd., 1922, Paris.

Phil. Chaslin : *Essai sur le mécanisme psychologique des opérations de la mathématique pure*, Paris 1926, pp. 271.

Dubislav : *Die Philosophie der Mathematik in der Gegenwart*, Berlin 1932, pp. 88.

L. Fischer : *Die Grundlagen der Philosophie und der Mathematik*, Leipzig, 1933, pp. 180.

J. Facotte : *La Pensée mathématique contemporaine*, Paris, 1925, pp. 126.

P. Broutroux : *L'Idéal scientifique des Mathématiciens*, Paris, 1920, pp. 274.

Hilbert & Bernays : *Grundlagen der Mathematik*, Berlin 1934, pp. 471.

إذ تنقصها جميعاً فكرة المنظور ؛ ولكنها تمثل مع ذلك درجة من التجريد لأنها تجرد عن الحجم الأصلية للأشياء الطبيعية ، وتقتصر على النسب بين أجزائها .

ثم نرى بعد ذلك عند المصريين خطوة واسعة جداً في سبيل التجريد : فقد تطورت فكرة المحاكاة إلى درجة من الدقة الكبيرة ، وروعت النسب بين الأجزاء بطريقة بالغة في الضبط والدقة ، خصوصاً وأنهم عنوا بالمساحة لمعرفة الحدود بين الأراضي بعد الفيضان ، مما أدى بهم إلى الاشتغال بمسائل الهندسة ، ولو بطريقة عملية . كذلك عنى البابليون بدراسة ما يتصل بالنجوم من أجل قياس الزمان والاسترشاد في الملاحة بالكواكب ، مما أدى بهم أيضاً إلى عدد غير قليل من الحقائق الهندسية^(١) .

والهندسة في هذا الدور كله كانت حسية مرتبطة بالموضوعات الخارجية ، والحقائق التي وصلت إليها ضئيلة عملية غير دقيقة . قال البابليون والعبريون^(٢) قد عرفوا أن النسبة بين المحيط والقطر تساوى ٣ ؛ والمصريون قالوا إن مساحة المثلث هي حاصل ضرب نصف الضلع الأكبر في الضلع الأصغر . كل هذا دون أن يقدموا عن هذه القضايا الهندسية أية برهنة عقلية ، بل اعتمدوا على التجربة العملية وحدها في الوصول إليها . والصينيون والمصريون^(٣) قد عرفوا كذلك

(١) للتذكرة :

النسبة بين المحيط والقطر $\frac{22}{7}$ أى π

مساحة الدائرة : π نق^٢

طول المحيط : 2π نق

مساحة المثلث : القاعدة \times نصف الارتفاع

(٢) الملوك الأول ، أصحاح ٧ ، آية ٢٣ ؛ الأخبار الثاني ، أصحاح ٤ ، آية ٢

==

(٣) فيا يعلق بالهندسة عند المصريين راجع :

خاصية الوتر في المثلث القائم الزاوية ، ولكنها معرفة تجريبية كذلك حصّلوها بواسطة الملاحظة .

أما فكرة العدد فقد تأخرت قليلا في تكوينها عن فكرة للكان . ومع هذا فإننا نراها في أزمنة متقدمة جداً . بل أكثر من هذا نراها عند بعض الحيوانات العليا ؛ فالتجارب التي قام بها رومانس Romanès دلت على أن الشمبانزي يستطيع العد حتى ٥ وأن يميز بين الكلمات التي تدل على ١، ٢، ٣، ٤، ٥، وأن يقدم عدد أعواد الخشيش الذي يطلب إليه تقديمه . والرجل البدائي يلجأ إلى طريقة مشابهة في العد لطريقة الشمبانزي ، وهي أن يستخدم أشياء مادية لا يستطيع بغيرها القيام بهذه العملية ، خصوصاً أصابع اليد ، ولعل هذا هو الأصل في النظام العشري للستعمل في العد الآن ، فإن أصابع اليد عشرة . ولذا نراه يربط العدد باليد الواحدة إذا كان خمسة ، وباليدين إذا كان عشرة ، وبالرجل الكامل إذا كان ٢٠ لأنه يستخدم أيضاً القدمين .

أما فكرة العدد المجرد ، فلا زالت تعوزه بعد . ذلك أن العدد المجرد تقتضي فكرته أن تكون لدى المرء فكرة أولاً عن « الوحدة » ، وثانياً عن « المجموعة » .

أما فكرة « الوحدة » فقد فسر أصلها علماء النفس على أنحاء عدة . فبعضهم قال إنها ترجع إلى كيفية معينة للادراك الخارجى أو الباطن يتخذها المرء دون غيرها ؛ قال عنها فريق إنها اللمس ، فحيث يوجد ملاء وخلاء ، يوجد انفصال ،

A. Eisenlohr : *Ein mathematisches Handbuch der alten Aegypter*, 2.A. Leipzig, 1891 ;

G. Cantor : *Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik*, chap. II ;

J. Gow : *A. short history of Greek Mathematics*, Cambridge, 1884, arts. 75, 76 ;

E. Weyr : *Die Geometrie der alten Aegypter*, Wien, 1884.

والانفصال يدل على الكثرة ، والكثرة تعطي فكرة الانتقال من وحدة إلى أخرى ، أى فكرة المد . وفريق آخر قال إن كيفية الإدراك هنا هى الإبصار ، فإن إدراك الصور الحسية التى تحدث فى وقت واحد ، يمكن من إدراك فراغ بينها ، وبالتالي يعطى فكرة الكثرة ، وتبعاً لهذه ، فكرة المد . وفريق ثالث جبل هذا راجعاً إلى السمع : وذلك أننا نميز بين أصوات متتالية تفصل بينها وبين بعض فترات سكون ، وهذا يعطى فكرة الكثرة والوحدة .

وهناك طاقة أخرى من علماء النفس تعزو فكرة الوحدة إلى التجربة الباطنة ، فالشعور بوحدة الذات هو الأصل فى الشعور بفكرة الوحدة الرياضية . وواضح أن هذا رأى غير وجيه ، لأن الشعور بأن الذات وحدة لا يأتى إلا بعد تقدم فكرى طويل .

ولكن جاء ولم جيمس قفسر الأصل فى هذه الفكرة بطريقة أقرب إلى الصواب فقال : « يبدو أن العدد يدل فى أصله على الأفعال المختلفة لاتباعنا حين نحاول التمييز بين الأشياء . فهذه الأفعال تبقى فى الذكرة على هيئة مجموعات ، كبيرة أو صغيرة ، يمكن أن يقارن بين بعضها وبعض » (علم النفس ، ترجمة فرنسية ، ج ٢ ، ص ٢٦٣) . فكان فكرة الوحدة تنشأ إذن من التجريد الذى نجريه ونحن نزل أفعال الانتباه بعضها عن بعض . ولكنها لا تأتى واضحة ، بل لا بد من تطور طويل حتى نصل إلى إدراك فكرة الوحدة المجردة كما يفهمها الرياضيون ، حتى إن هذه الفكرة لا تزال حتى اليوم ، وبعد كل هذا التطور فى فهم أصول الرياضة ، غامضة بعض الشيء ، أو موضوعاً للنقاش .

ونحن قد رأينا فى هذا أن فكرة الوحدة قد تكونت فى نفس الآن الذى وجدت فيه فكرة الكثرة ، والواقع أن الفكرتين متضابطتان . وهما إذا ما جمعتا أعطيتا فكرة العدد ، لأن العدد مجموعة من الوحدات ، والمد هو تجميع عدة

وحدات بطريقة دقيقة . والمذ يكون أصلياً إذا كان المطلوب معرفة عدد الوحدات التي تتضمنها مجموعة ما ، ويكون ترتيبياً ordinal إذا كان المطلوب ، إلى جانب هذا ، ترتيب كل الحدود المكونة للمجموعة ، بوضع كل حد في مرتبة معلومة . ويبدو أن فكرة العدد الأصلي Cardinal قد سبقت فكرة العدد الترتيبي ، لأن هذه أكثر تعقيداً .

وفكرة السكثرة تأتي هي الأخرى عن التجربة الحسية ، وترتبط بها في مراتبها البدائية ، إذ بينت التجارب التي قام بها Binet أننا لو وضعنا أمام طفلة عمرها أربع سنوات لا تعرف العد ولا القراءة مجموعتين إحداهما من ١٥ عوداً ، والأخرى من ١٨ عوداً من طول واحد ، موضوعة على مسافة واحدة ، فإن الطفلة تميز بسرعة المجموعة الكبرى من الصغرى . أما إذا كانت الأعواد التي تكون الكبرى أقصر من تلك التي تكون الصغرى ، فإن الطفلة تخطئ دائماً ، فتظن أن المجموعة ذات الأعواد الأطول حجماً أكبر من تلك التي تكون فيها الأعواد أقصر . وهذا يدل على أن الطفلة تقدر العدد تبعاً للامتداد ، لا تبعاً للعدد ، أي تبعاً للمقدار المتصل ، لا وفقاً للمقدار المنفصل . وهذه النتيجة تتأيد أيضاً بما نشاهده لدى البدائيين من أنهم يربطون الأعداد دائماً بأشياء ممتدة مثل الأصابع أو القطع الخشبية .

وأصول الحساب قد تطورت على هذا الأساس ، فكانت في البدء حسية تخيلية تقوم على أساس إضافة أشياء مادية بعضها إلى بعض . ولم تظهر عملية الضرب إلا متأخراً ، وكان الجمع يقوم مقامها .

فنحن إذا تتبعنا هذا التطور ، وجدنا أن العمليات الأولى التي يمكن إجراؤها على الأعداد قد قام بها المصريون والكلدانيون والفينيقيون . ولكن طريقة العد

لهم كانت لا تزال قاصرة ، إذ كانت لا تكاد تتجاوز القادير التي نلاحظها في التجارب العملية ؛ والعمليات التي يجرؤونها على الأعداد متصل هي الأخرى بما يشاهد في التجربة وبالموضوعات الحسية . فإتينا نجد حتى الرومانين أنفسهم يستعملون في العد بالحصى . وعند المصريين لم يكن يعرف من الكسور إلا ما يكون البسط فيه العدد واحد ، فبما عدا $\frac{2}{3}$ ، $\frac{3}{4}$ ؛ لأن تقسيم شئ إلى أجزاء سهل يسير ؛ ولكن عملية الجمع والطرح والضرب والقسمة بواسطة كسور الوحدة تحتاج إلى ملكة للتجريد كبيرة . ولذا نرى في ورقة البردى الهيراطيقية للمروفة باسم ورقة أحس — نسبة إلى كاتبها ، وهي ترجع إلى أكثر من ألف سنة قبل الميلاد — أن الجزء الأول من هذه الورقة قد كُرس لرد الكسور التي على الصورة $\frac{2}{1+24}$ إلى مجموع من الكسور البسط في كل منها هو العدد واحد ؛ فأحس يقول مثلاً إن $\frac{2}{39}$ هو حاصل جمع $\frac{1}{24}$ ، $\frac{1}{39}$ ، $\frac{1}{58}$ ، $\frac{1}{174}$ ، $\frac{1}{232}$ ؛ وفي كل الأمثلة يكون ع أقل من ٥٠^(١) . ويظهر أنه قد اعتمد في تكوين الكسور على التجريب وحده ، لأنه لا بد كر لنا القاعدة التي سار عليها في استخراج الإجابة عن المسائل التي وضعها . ومن هذا يشاهد كذلك أنهم كانوا يحاولون رد الكسور دائماً إلى كسور بسطها ١ ، ثم يجمعونها بعد ذلك ؛ وهي طريقة استمر يستعملها اليونانيون أيضاً حتى القرن السادس للميلادى . أما الرومانيون فقد استعملوا طريقة كالتى نستعملها اليوم في جمع الكسور ، وهي طريقة توحيد المقامات ؛ إذ كانوا غالباً يوحدها ويحولونها مساوية للعدد ١٢ ، ويعبرون عن الكسر بالتقريب على أساس $\frac{1}{12}$.

$$٠.٦٨٩٦٥٥ = \frac{1}{12} \quad (١)$$

$$٠.٦٨٩٦٦٤ = \frac{1}{24} + \frac{1}{48} + \frac{1}{96} + \frac{1}{192}$$

والعمليات الحسابية كانت أيضاً عند المصريين مقصورة تقريباً على الجمع والطرح . فالضرب قد رد إلى الجمع ؛ والقسمة ردت إلى الطرح . فحين يراد مثلاً ضرب عدد وليكن ا في العدد ١٣ فإنه يبدأ بضربه في ٢ وذلك بإضافة مثله إليه ، فيصل إلى ١٢ ، ثم يضاعف الناتج فيصبح ١٤ ، ويضاعف مرة أخرى فينتج لديه ١٨ ، وأخيراً يجمع ١ ، ١٤ ، ١٨ . أما القسمة فليس من الثابت حقناً أنها تجري بتكرار عملية الطرح ، لأن أحسن لا يذكر لنا ذلك صراحة .

كما كان لدى قدماء المصريين ، شهادة ورقة أحسن هذه ، فكرة عن الرموز . فالكمية المجهولة تمثل دائماً بالرمز الدال على الكومة ؛ والجمع يمثل أحياناً بزواج من الأرجل يسير متقدماً ، والطرح بزواج من الأرجل يسير متقهقراً أو بطيران أسهم ؛ والتساوى يرمز إليه بالعلامة \gg ^(١) .

وعلى الرغم من أن النتائج التي وصلت إليها الرياضيات المصرية عظيمة في بعض الأحيان ، فإن خلو الوثائق التي لدينا من كل إشارة إلى القواعد النظرية التي تستخرج بها هذه النتائج تبرر الحكم الذي أصدره عليها اليونانيون حين نمتوها بأنها طائفة من الوصفات النفعية والوسائل العملية ، غير القائمة على قواعد نظرية مما لم يجعل المصريين يصلون إلى وضع « علم » الحساب بمعنى الكلمة ، « لأن علم الحساب يفترض — وهذا ما يبدو أن المصريين لم يتركوه في الواقع — العدد وقد صار بنفسه موضوعاً للامتنال وأخذ بصراحة على أنه أساس نظام من البراهين المنتظمة » ^(٢) .

(١) راجع روز بول : « عرض موجز لتاريخ الرياضيات » ، ص ٣ — ٥ ، لندن سنة ١٩٤٠

(ط ١ سنة ١٨٨٨) .

W. W. Rouse Ball : *A short account of the History of Mathematics* .

(٢) ليون برنشفج : مراحل الفلسفة الرياضية ، ط ٢ باريس سنة ١٩٢٢ ، ص ٣١ .

٧ — والنتيجة التي نستخلصها من هذا العرض لتطور الرياضيات في مرحلتها الأولى هي أن الرياضيات كانت في ذلك النور طائفة من الملاحظات والوصفات التجريبية للربطة تمام الارتباط بالامتثال الحسي والعيان التجريبي ، وأنها لم تبلغ بعد درجة التجريد الكافية لكي تكون علماً نظرياً . ولذا تسمى هذه المرحلة بالنور السابق على الأدوار العلمية .

ويمكن أن نلعل ذلك أولاً من ناحية التقدم العقلي ، وثانياً من ناحية الناحية المطلوبة منها في ذلك الحين . فمن الناحية الأولى يلاحظ أن إدراك العدد ك موضوع مجرد عن الأشياء الملموسة يحتاج إلى ملكة للتجريد كبيرة لم تهبأ بعد لهذه الشعوب في تلك الفترة ؛ إذ المعرفة كما قلنا تبدأ من المحسوس وتتطور منه إلى المجرد ، والعقل لم يكن قد تطور بعد بدرجة كافية تهبأ له معها أن يصل إلى هذا التجريد . والأمـر كذلك بالنسبة إلى الهندسة النظرية ، فإنها تقوم على إدراك النسب المجردة عن كل تصور حسي معين ، وهذا يحتاج كذلك إلى ملكة للتجريد نامية .

ومن ناحية أخرى يلاحظ أن الرياضيات كانت تطلب حينئذ لتحقيق فائدة عملية محدودة ، هي التجارة والصناعة الفنية ؛ والمهم حينئذ سيكون الوصول إلى نتائج عملية ، لا البحث عن الأسس النظرية . فالحساب كان يطلب ليستعان به في تداول السلع ؛ والهندسة كان الغرض منها إيجاد وسيلة لمساحة الأراضي ؛ والفلك كان ينشد لبيان الاتجاهات وقياس الزمان . وإذا كانت تلك هي الناحية من الرياضيات فمن الطبيعي ألا تقوم كعلم نظري ، لأن هذا لا يتم إيجاداً إلا إذا تنزه عن الناحية العملية ، ولو مؤقتاً ، كي ينصرف إلى البحث في الأسس النظرية .

فلارياضيات إذن قد تطورت ، كما يقول أبـل ريه Abel Rey « من المبنى إلى المجرد ، ومن العيان التجريبي إلى التركيب العقلي ، ومن الوقائع الجزئية إلى

الإدراك المجرد لما بينها من نسب ، ومن البحث النفعي إلى البحث الدقيق التزيه . وها هنا مسألة عما إذا كانت الرياضيات ، إبان هذا التطور ، قد تغيرت إلى درجة أنها قطعت كل صلة بينها وبين أصولها التجريبية ، أو إذا كانت لا تزال تحتفظ بشيء يربطها بخطواتها الأولى . وهى مسألة تكون مشكلة المثالية والتجريبية فى الرياضيات ، فالنزعة الأولى تقول بالحل الأول ، والثانية بالثانى « (دروس فى الفلسفة » ، ج ٢ ، ص ٤٠ — ٤١ ، باريس سنة ١٩٢٥) .

٨ — المور العلمى عند اليونان :

إنما أصبحت الرياضيات علماً بالمعنى الحقيقى عند اليونانيين . إذ تتميز عندهم بأنها أولاً : نظرية ، بمعنى أن القاعدة والبرهان فى استخراج النتائج يذكران ويوضحان بطريقة عقلية منطقية ابتداءً من مبادئ يُستخرج منها كل ما تسمح باستنتاجه منها ؛ ثانياً : مجردة ، فبعد أن كانت مرتبطة بالأشياء المحسوسة من سطوح أو خطوط أو معطودات نراها تبحث فى الروابط المجردة الموجودة بين الموضوعات المحسوسة ، بصرف النظر عن الموضوعات نفسها ، وهذا أضفى عليها طابعاً كلياً عاماً . ولكن هذا ليس معناه أن الرياضيات عندهم ، وبخاصة الهندسة ، قد قطعت صلتها بالتجربة الحسية ، بل كل ما فى الأمر أنها سارت شوطاً بعيداً فى سبيل التجريد . والميزة الثالثة التى هى نتيجة للميزتين الأولىين أن الرياضة قد أصبحت علماً عقلياً ، إذ قامت على أساس الارتباط العقلى الضرورى بين قضايا بعضها وبعض تستخرج بواسطة الاستدلال المنطقى الخالص الذى لا يكاد أن يستعين بالتجربة إلا من أجل التوضيح وتيسير الفهم حسب .

والصورة العليا للرياضيات اليونانية تراها فى كتاب «أصول الهندسة» لإقليدس ؛ فهو كتاب يتضمن عرضاً متظلاً للقضايا الرئيسية فى الهندسة العددية الأولية (فيما

عدا القطاعات المخروطية (ولنظرية الأعداد . والقضايا قد وضعت فيه على نحو يجعلها تكون سلسلة من البراهين الرياضية المتبدئة من افتراضات بسيطة هي التعريفات والمصادرات والبديهيات لكي تنتقل منها إلى نسب أكبر وأكبر تركيياً على أساس استدلال دقيق . ولذا يمكن أن يُعدّ هذا الكتاب نموذجاً تطبيقياً رائعاً للمنهج الاستدلالي الذي عرضه أرسطو في « التحليلات » . وفيه تركزت كل الجهود التي قام بها الرياضيون اليونانيون السالفون ، بعد أن وضعت في صيغة منطقية دقيقة . فبعد أن كانت البراهين عند فيثاغورس غير دقيقة بل درجة كافية ، أصبحت نرى عند إقليدس عرضاً محكماً عقلياً للبراهين الهندسية .

ولم تتطور الهندسة اليونانية بعد هذا الكتاب تطوراً يستحق الذكر ؛ بل عثمت الروح اليونانية بعده واستمر هذا العمق إلى العصر الحديث حين جاء ديكارت بهندسته التحليلية . ولهذا يجب علينا أن نعتبر هذه الفترة الطويلة بين إقليدس (٢٧٥ ق . م) في القرن الثالث قبل الميلاد حتى ديكارت في القرن السابع عشر بعد الميلاد لنصل إلى جديد في علم الهندسة .

٩ — الهندسة التحليلية :

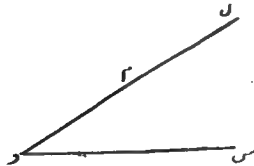
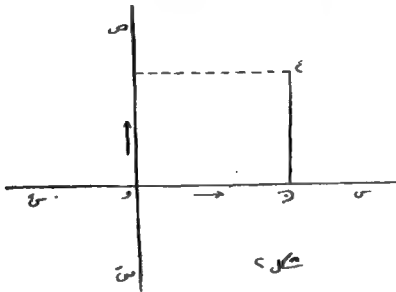
وهنا يلاحظ أن تكوين الهندسة التحليلية لا يرجع الفضل فيه إلى ديكارت وحده ، بل يجب أن نعزو شيئاً من الفضل في ذلك إلى فرما ، فإن كتابه بعنوان : « المدخل إلى الحلات الستوية والمجسمة ^(١) » يتضمن مبدأ الهندسة التحليلية مصوغاً في أوضح عبارة حتى قال كاتنور : « إن ديكارت لم يصف تعيين المعادلة لحل هندي بمثل الوضوح الذي أبداه فرما في مستهل كتابه « المدخل » . (محاضرات في تاريخ الرياضة » ، ج ٢ ، ص ٨١٧ ، ط ٢) . وفرما قد تأثر في هذا

أولاً بأبحاث أبلونيوس البرجاوى عن القطاعات المخروطية ، ثم بأبحاث نيقولا دورم Nicoals d'Oresme المتصلة بتعيين تغيرات الكتل وفقاً للأحداثيات ، أى تحديدها بخطوط .

ولكن الفضل الحقيقي فى إيضاح استخدام الإحداثيات فى تعيين النقطة يرجع إلى ديكارت ، خصوصاً وأنه زيادة فى الإيضاح قد استخدم الإحداثيات المتعامدة ، التى عرفت من بعد باسمه . والجديد فى هذه الهندسة أنها خطوة هائلة فى سبيل التجرد من التجربة والرسوم . وهى خطوة ما كانت لئنم إلا بفضل تكون الجبر قبل ذلك بقليل على يد فيثاغورس Viète . فإذا كان هذا قد استغنى عن الأعداد بالحروف ، فإن ديكارت فى هندسته الجديدة سيستغنى عن النقاط والخطوط والمجسمات — بالحروف ، وبذا تهمل الأشكال الهندسية المحددة ، لكى يقتصر على النسب الرياضية العامة المجردة . فهذه الهندسة التحليلية ترد المقادير الهندسية إلى مقادير جبرية ، حتى إنه سيكون فى الوسع بواسطة الجبر أن يبرهن على كل الخواص الهندسية . وذلك لأن كل نقطة فى مستوى يمكن أن تحدد ببعدها عن خطين متقاطعين عمودياً فى هذا المستوى . فإذا فرضنا مثلاً أن S و S' ، S و S' هما مستقيمان ثابتان يتقاطعان عمودياً فى O ؛ وأن E نقطة معلومة فى مستويهما فإننا إذا رسمنا OE موازياً S و S' ، وقاطعاً S فى a ، فإن من الواضح أن E يمكن أن تتعين إذا علمنا ، أولاً :

المسافتين OE و OS ، OE . ثانياً : الاتجاه الذى تقاس فيه كل من هاتين المسافتين . والمستقيم S ، S' يسمى محور السينات ، والمستقيم S و S' يسمى محور الصادات ، وتسمى نقطة تقاطعهما نقطة الأصل ؛ ويسمى OE الإحداثى السينى للنقطة E ، ويرمز له بالرمز x ، OE الإحداثى الصادى للنقطة E ،

ويرمز له بالرمز ψ ؛ ويرمز للنقطة c بالرمز (s, ψ) . والمسافات التي تقاس في اتجاه s ، و ψ تمد موجبة ؛ بينما تلك المقاسة في اتجاه s ، و ψ تمد سالبة ^(١) . هذا إذا كانت الاحداثيات ديكراتية ؛ أما إذا كانت قطبية فإن النقطة يمكن أن تحدد ببعدها عن نقطة أخرى في المستوى والزاوية المتكوّنة عن المستقيم الممتد بين النقطتين والمستقيم المتوازي للاحدائى السيني ^(٢) . وكل



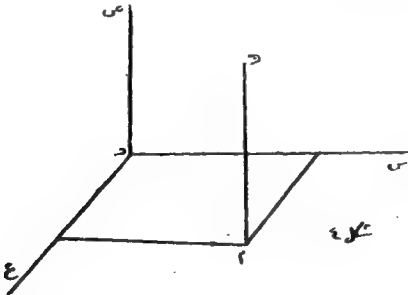
الاحداثيات القطبية للنقطة l هي البعد الموجب l والزاوية الموجبة s و l . والبعد الموجب l يسمى السكية النجبة القطرية radius vector للنقطة l . والزاوية الموجبة s و l تسمى الزاوية الكوكورية للنقطة l .

شكل هندسى فى الهندسة المستوية يمكن أن يحدد بنقط يمكن إنذن أن يحدد بواسطة مقادير جبرية تمثل المسافات بين هذه النقط وبين المحاور . أما فى حالة الهندسة الفراغية ، فإننا نضيف إحداثيًا ثالثًا ، وحينئذ تتمين النقطة بواسطة للستقيم الاواصل من هذه النقطة إلى نقطة الأصل وبواسطة الزوايا الثلاث التى يكونها هذا للستقيم مع المحاور الثلاثة^(١) . ولكن ديكارت لم يحصر همه إلا فى الهندسة المستوية ، وإن كان قد أشار إلى كيفية تحديد النقطة فى الفراغ .

١٠ — الهندسة الوصفية :

وفى أواخر القرن الثامن عشر نشأت هندسة تطبيقية هى المعروفة بالهندسة الوصفية ، أنشأها الرياضى الفرنسى للشهور جاسبار مونج Gaspard Monge (١٧٤٦ — ١٨١٨) ، وعرضها فى المحاضرات التى ألقاها فى مدرسة الهندسة بباريس ونشرت سنة ١٨٠٠ بعنوان : الهندسة الوصفية Géometrie descriptive . وفيها عرض نظرية للتطور وكيفية تمثيل الأشكال الهندسية الفراغية بواسطة أشكال هندسية ذات بدين أى فى مستو ، واستخدم لهذا قطرين أحدهما

(١)



الستوى والآخر المسقط الرأسى . وبلغ فى دراسة هذه المسائل مبلغاً جعل تكوين هذا العلم سريعاً . وموضوع هذا العلم البحث فى تمثيل الأشكال الهندسية الفراغية تمثيلاً بيانياً على سطح مستو ، أى فى بعدين . ويشترط فى هذا التمثيل أن يكون دقيقاً بحيث تكون النسب ممثلة تمثيلاً دقيقاً بين الجسم والرسم البيانى له . والفكرة الأصلية التى يقوم عليها هى فكرة الإسقاط . ومعناها أن نفترض فى الفراغ نقطة ثابتة يطلق عليها مركز الإسقاط ، نصلها بواسطة مستقيمت « إلى قط المجموعة الفراغية المراد تمثيلها . فإذا تقاطعت هذه المستقيمت التى يطلق عليها اسم الأشعة الإسقاطية مع مستو معلوم يسمى مستوى الإسقاط ، فإن نقط التقاطع يتألف منها الشكل البيانى المطلوب للمثل المجموعة ، والتى يسمى لذلك مسقط المجموعة الفراغية من المركز المعلوم على المستوى المعلوم . فإذا كان مركز الإسقاط على بعد ، أطلق على هذه الطريقة اسم طريقة الإسقاط المركزى أو المنظور . أما إذا تصورنا ابتعاد المركز إلى ما لا نهاية فإن الأشعة الإسقاطية تتحول إلى مستقيمت توازى ، جميعاً اتجاهها ثابتاً ؛ ويسمى الإسقاط فى هذه الحالة إسقاطاً متوازياً ، كما يسمى الاتجاه الثابت اتجاه الإسقاط . ويكون الإسقاط المتوازى مائلاً أو عمودياً على حسب كون اتجاه الإسقاط مائلاً أو عمودياً على مستوى الإسقاط . » (« الهندسة الوصفية » للدكتور على مشرفة والأستاذ محمد الهامى الكردانى ، ص ٢ — ٣ ، القاهرة سنة ١٩٣٧) .

وهذه الهندسة لا تمثل درجتين التجريد ظاهرة إلا بالنسبة إلى المعار العلى ولكنها عيانية ، كما هو طبيعى ، نظراً إلى أنها تتصل بمسائل عملية خالصة .

١١ — إنما يتطور فى التجريد قد تم خصوصاً فى القرن التاسع عشر حين بد علماء الهندسة ينظرون فى الأسس نفسها التى تقوم عليها الهندسة التقليدية ، أعنى الهندسة الإقليدية . فهذه الهندسة تقوم على طائفة من المصادر والبديهيات أهمها ثلاث :

١ — بين قطعتين لا يمرُّ غيرُ مستقيم واحد؛

٢ — للمستقيم هو أقصر خط بين قطعتين؛

٣ — من قطعة لا يمكن إمرار غير مواز واحد لمستقيم معلوم .

وعلى الرغم من أن هذه القضايا ينظر إليها على أنها أولية ، أى غير قابلة للبرهنة ، فإن ثمة محاولات قد قامت مع ذلك للبرهنة عليها ؛ فالثانية يبرهن عليها كما هو معروف فى نظرية ١٢ (فى الكتب الهندسية العربية) ، إذ يمكن استنتاجها من البديهيتين الآخرين ومن بديهيات أخرى . ولكن هذه المحاولات قد أخفقت كلها بالنسبة إلى الثالثة ، المعروفة عادة باسم مصادرة إقليدس .

وهنا وفى أوائل القرن التاسع عشر جاء عالمان أحدهما روسى والثانى هنغارى ألا وهما لوبتشفسكى وبولياى Bolyai وأثبتنا بطريقة لا يمكن دحضها أن البرهنة على مصادرة إقليدس مستحيلة .

وهذه المسألة قد أثبتت لأول مرة بوضوح على يد ج. ساكيرى

J. Saccheri فى سنة ١٧٣٣ . ثم عني بها ن. لوبتشفسكى N. I. Lobachevsky

(سنة ١٧٩٣ — سنة ١٨٥٦) فى سنة ١٨٢٦ ثم فى سنة ١٨٤٠ ؛ ثم جاوس Gauss

— من الممكن فى سنة ١٧٩٢ ، ومن المؤكد فى سنة ١٨٣١ وسنة ١٨٤٦ ؛ ثم

ج. بولياى J. Bolyai (سنة ١٨٠٢ — ١٨٦٠) فى سنة ١٨٣٢ . ولكن هذه

الأبحاث لم تراهتماماً كافياً بخاطر النتائج التى وصل إليها هؤلاء ، وإنما تم ذلك

حين نشر ريمان Riemann رسالة بعنوان : « حول الفروض التى تقوم على

أساسها الهندسة » Ueber die Hypothesen welche der Geometrie

zum Grunde liegen ظهرت سنة ١٨٥٤ . فلفت النظر إلى إمكان وجود

هندسات غير إقليدية . ومن هذا التاريخ نمت الأبحاث والدراسات المتعلقة

بهذه الهندسات الجديدة ، خصوصاً على يد بلترامى من بافيا (سنة ١٨٣٥ - سنة ١٩٠٠) وهلسولتز (سنة ١٨٢١ - ١٨٩٤) من برلين ، و س . ب . تيرى P. Tannery (سنة ١٨٤٣ - سنة ١٩٠٤) من باريس ، وكليين F. C. Klein من جيتجن ، والفرد نورث هويتهد من كيردج فى كتابه : الجبر الكلى .

أما هندسة لوبشفسكى فتقوم على أساس إنكار مصادرة إقليدس واستبدال مصادرة أخرى بها هى : « يمكن من نقطة رسم موازيات عديدة لمستقيم معلوم » والاحتفاظ مع ذلك ببقية البديهيات . ومن هذه المصادرة أتيح سلسلة من النظريات ليس فيها أى تناقض ، مما أدى به إلى إقامة هندسة منطقية ، فيها من الأحكام البرهانى الاستدلالى ما لا يقل مطلقاً عما فى الهندسة الإقليدية . وهذه النظريات تختلف أحياناً إلى حد كبير جداً عما ألقناه من نظريات فى الهندسة الإقليدية . فمن بينهما مثلاً نظرية تقول إن مجموع زوايا المثلث أصغر دائماً من قائمتين والتأرق بين هذا المجموع وبين قائمتين يكون بنسبة مساحة المثلث . ومن بينهما كذلك نظرية تقول إن من المستحيل رسم شكل مشابه لشكل معلوم يختلف عنه فى الأبعاد . وعلى كل حال فإن قضايا هندسة لوبشفسكى لا صلة لها مطلقاً بقضايا هندسة إقليدس .

وجاءت هندسة ريمان مخالفة لكليهما : فهى تقوم على أساس إنكار ليس فقط مصادرة إقليدس ، بل وأيضاً البديهية الأولى القائلة إنه لا يمكن أن يرسم غير مستقيم واحد بين نقطتين . إذ بدأ ريمان بأن أنكر تصور للكان على أنه مستو ، بأن نظر إليه على أنه كروى . وهذا للكان الكروى سيكون بلا حد ، لأنه فى وسع المرء أن يسير قداماً على كرة دون أن يتوقف ؛ ولكنه كذلك نهائى لأننا إذا لم نجد له حداً ، فإننا نستطيع مع ذلك أن ندور حوله دورة كاملة ، أى مغلقة ، وبالتالى نهائية . وعلى هذه الكرة أو للكان الكروى لا يمكن غالباً

أن يرسم بين قطعين غير دائرة كبيرة (تكون بمثابة المستقيم في المكان ذي السطح المستوى) ؛ ولكن حينما تكون النقطتان متقابلتين تقابلاً قطرياً ، فإن من الممكن أن يرسم بين هاتين النقطتين ما لا نهاية له من الدوائر الكبرى . وكذلك نرى أنه عادة أو غالباً لا يمكن أن يرسم غير مستقيم واحد بين قطعين معلومتين ؛ ولكن ثمة أحوالاً شاذة يمكن فيها أن يرسم بين قطعين ما لا نهاية له من المستقيمتين .

ومن هنا اختلفت هندسة ريمان عن هندسة لوبشفسكى اختلافاً كبيراً : فمجموع زوايا المثلث يساوي قائمتين في هندسة إقليدس ، ويساوي أصغر من قائمتين في هندسة لوبشفسكى ، ويساوي أكبر من قائمتين في هندسة ريمان . وعدد الموازيات التي يمكن أن ترسم موازية لمستقيم معلوم من نقطة معلومة يساوي : واحداً في هندسة إقليدس ؛ وصفرأ في هندسة ريمان ؛ واللانهائي في هندسة لوبشفسكى .

ويبدو هذا قامت محاولات أخرى لإنشاء هندسات جديدة ليس في وسعنا هنا الدخول في تفصيلها ، ومن أهمها هندسات فيرونيز Veronese وهلبرت Hilbert التي سمياها باسم الهندسات اللاارشميدية ، لأنها تقوم على أساس رفض « بديهية أارشميدس » القائلة بأن أى طول معلوم ، يضرب في عدد صحيح كبير بدرجة كافية ، ينتهي بأن يفوق أى طول معلوم آخر أياً كان مقداره . أما في المستقيم اللاارشميدى ، فالنقط التي تقول بها الهندسة المادية توجد كلها ، ولكن ثمة ما لا نهاية له من النقط الأخرى متداخلاً فيما بينها ، إلى درجة أن من الممكن إدخال ما لا نهاية له من النقط الجديدة فيما بين قطعتين تنظر إليهما الهندسة القديمة على أنهما متلاصقتان ^(١) .

(١) راجع في هذا كله : هـ . بونكاريه : « العلم والفرض » ، ص ٣ .

تطور الحساب ونشأة الجبر :

رأينا كيف كان الحساب عند الشعوب السابقة على اليونان ، وكيف كان يقوم عندهم على قواعد عملية تجريبية ويرتبط بأشياء حسية مادية .

أما اليونانيون فقد تطوروا بالحساب إلى درجة من التجريد جعلته علماً مجرداً إلى حد بعيد . فقد ميزوا بين نوعين من العلوم الخاصة بالأعداد : نوع يسمى *logistique* والآخر يسمى *arithmétique* أى الحساب بالمعنى الفهري . فالنوع الأول هو « فن » المد ، والثاني هو « علم » الأعداد ؛ والأول عمل تجريبي ، والثاني نظري مجرد . وكانت الطريقتان تستخدمان معاً ، فله ضرب عدد في ٧ مثلاً كان يثلث المضروب ويجمع إلى ضعفه ويضاف إلى نفسه ، أو بضاعف ثلاثة أضعافه ويضاف إلى نفسه . وكان يستعان في إجراء عمليات الضرب بلوحات تسمى *abaques* فيها سجلت نتائج العمليات المشهورة الاستعمال . أما علم الحساب فقد أقامه الفيثاغوريون ، وكان يختلف بعض الاختلاف عن الحساب كما لدينا اليوم ، إذ قد عتوا عناية خاصة ببيان الخواص العجيبة لبعض الأعداد وسلاسل الأعداد ؛ وميزوا بين أعداد زوجية ، وفردية ، وفردية زوجية معاً ، وأعداد أولية ، وأعداد تربيعية ومثلثية . ومن بين هذه الخواص نذكر على سبيل المثال القضية التالية : مجموع الأعداد الصحيحة المتتالية ابتداء من الوحدة يعطى عدداً مساوياً لنصف حاصل ضرب العدد الأخير في الذي يليه ، كما يلي :

$$\frac{(1+2)2}{2} = 1 + 2 + 3 + \dots + 2$$

وهذه الأعداد تسمى مثلثية *triangulaires* لأنها تعبر عن مساحة مثلث قائم الزاوية أحد أضلاع الزاوية القائمة فيه يزيد عن الآخر بواحد .

وكذلك : مجموع الأعداد الفردية المتتالية يساوى عدداً تربيعياً :

$$1 + 3 + 5 + \dots + (2e - 1) = e^2.$$

ولكن أكثر هذه النتائج قد وصل اليها الفيتاغوريون المتقدمون بطريقة تجريبية عملية ؛ ولم تصبح نظرية إلا في دور متأخر . والطابع المميز لعلم الحساب عندهم أنه مرتبط أشد الارتباط بالهندسة وهذا يظهر أولاً في تسمية خواص بعض الأعداد . فالأعداد الفردية كانت تسمى *gnomons* ، أى ربع الدائرة ، وكان يمد حاصل الطرح لمدين مربعين $(e + 1)$ و e^2 ؛ وحاصل جمع الجنومونات من ١ إلى $e + 1$ يمد عدداً تربيعياً ، أعنى $(e + 1)^2$ ، وجذره التربيعي يسمى « ضلياً » ؛ وحاصل الضرب لمدين كان يسمى سطحاً ؛ وحاصل ضرب ثلاثة أعداد يسمى عدداً مجسماً *nombre solide* ، وإذا كانت الأعداد الثلاثة متساوية تسمى مكعباً .

وعلى هذا النحو استمر علم الحساب مرتبطاً بالهندسة والبيان الحسى عند اليونان ، إلى أن جاء ذيوفنطس فنظم الدراسات السابقة التي استعملت فيها الرموز بدلا من الأعداد حتى كوّن منها علماً قائماً بذاته هو الجبر .

أقام ذيوفنطس هذا العلم بأن استخدم رموزاً من الحروف الهجائية لتمثيل الكميات المجهولة في المعادلات ؛ غير أنه اقتصر على المعادلات ذات المجهول الواحد ، فكان يمثلها بالحرف σ أو ς ؛ ومربع المجهول يسمى القوة *δυνάμις* ويرمز إليه بالحرف $\delta\upsilon$ ؛ والمكعب $\kappa\upsilon\beta\omicron\varsigma$ يرمز إليه بالحرف $\kappa\upsilon$ وهكذا حتى القوة أو الأس السادس . ومن هذا يقين أن كل هذه الرموز هي اختصارات لألفاظ . ولكن هذا أيضاً لا يقلل من شأن هذه الحقيقة وهي أن في مجرد استخدام الرموز تحقيقاً لخطوة في التجريد هائلة ، وإن كانت الرموز قد استعملت وصفاً للأحوال ، ولم توضع كنظام للقيام بالعمليات الجبرية بوجه عام .

إنما تطور الحساب تطوراً عظيماً لدى المنود ، خصوصاً في القرنين الثاني عشر والثالث عشر بعد الميلاد ، فالجبر عند المنود قد بدأ بأن أوجد أربابها Arya Bhata التحليل الجبري ؛ وأعطى حل للمعادلة التربيعية ، والحل بواسطة أعداد صحيحة لبعض المعادلات غير للتحينة من الدرجة الأولى ؛ وتدل حلوله للمعادلات العددية على أنه كان على علم بالنظام العشري للمد . وقد ولد سنة ٤٧٦ في مدينة بنغا Patna . ومن بعده جاء برهما جوبتا Brahma-gupta الذي كان يعيش حوالي سنة ٦٦٠ ، حل للمعادلات ذات الدرجة الثانية بطريقة عامة . ولا بد لنا أن نذكر فترة طويلة كى نجد رياضياً هندياً من الطراز الأول هو بهسكارا Bhaskara المولود سنة ١١١٤ ، صاحب كتاب ليلافاتي Lilavati في الحساب وفيه أعطى القواعد المألوفة الآن الخاصة بالجمع والطرح والضرب والقسمة ، والعمليات المشهورة في الحساب ، والمسائل الحسابية قد صيغت فيه وفقاً للنظام العشري المستعمل اليوم .

والتجديدات الرئيسية التي أتى بها المنود في الحساب تتلخص أولاً في استعمال النظام العشري وذلك بترتيب الأرقام وفقاً لموضعها في الآحاد والعشرات والمئات الخ ؛ وثانياً في وضع القواعد الخاصة بالعمليات الحسابية الأولية ؛ وثالثاً في إدخال المدد « صفر » الذي يدل على ما وصل إليه الحساب عندهم من تجريد كبير .

وعن المنود أخذ العرب . فقد ذكر صاعد الأندلسي في « طبقات الأمم » عند كلامه عما وصل إلى العرب من علوم الهند : « وما وصل إلينا من علومهم في المدد حساب « الفبار » الذي بسطه أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي . وهو أوجز حساب وأهضمه ، وأقربه تناولاً ، وأسهله مأخذاً ، وأبدعه تركيباً ، يشهد للسند بذكاء الخواطر وحسن التوليد وبراعة الاختراع » (طبع مصر ص ٢١) .

والفارق بين مربعيهما ٤٠^(١) .

والملاحظ على جبر الخوارزمي أنه مختلط بالحساب إلى حد بعيد . وسنرى عند الخيام أن المعادلات قد اختلطت ذراستها بالهندسة ، إذ هو يبالغ المعادلات التكعيبية بطريقة هندسية ، وذلك بأن يستخرج الجذر كإحداثى سبني لنقطة تقاطع مخروط مع دائرة .

وفي عصره أيضاً كان الكرخي (المتوفى حوالي سنة ١٠٠٠ م) الذي عني خصوصاً بالنظر في الكليات السماء .

وهذه الرياضيات العربية هي التي وصلت إلى أوروبا في القرنين الثاني عشر والثالث عشر ، فأصبحت طريقة الحساب هي الطريقة العشرية . وهذه طريقة عملية من الطراز الأول ، عقلية إلى حد كبير .

ومن هذا الحين بدأ استعمال العلامات الدالة على العمليات الحسابية . أجل ، كان للصريون يستعملون نوعاً من العلامات للدلالة على بعض العمليات ، بأن كانوا يمثلون الجمع أحياناً بزواج من السياق يسير إلى الأمام ؛ والطرح بزواج من السياق يسير القهقري أو بسهمان منطلقه ؛ والمساواة يرمزون لها بالعلامة < ولكن الرياضيات اليونانية لم تتقدم بهذه العلامات ولم تستعمل منها شيئاً . ففسيت تماماً ، إنما بدأت تظهر واضحة دقيقة وكما نستعملها اليوم ، في أوروبا في أواخر المصور الوسطى . فعلمة + و - ترجعان إلى القرن الثالث عشر ؛ وعلامة المساواة لم تستعمل استعمالاً عاماً إلا في أواخر القرن السابع عشر . أما الأس فيرجع إلى ما قبل القرن الرابع عشر إذ نرى الأس السالب مستعملاً في القرن الخامس عشر والأس الكسرى في الرابع عشر ، أما الصورة التي هو عليها اليوم

فعود إلى ديكارت في كتابه في الهندسة التحليلية سنة ١٦٣٧ . وفي نهاية ذلك القرن السابع عشر ظهرت علامات الضرب والقسم .

واستعمال هذه العلامات له فائدة جلى . فضلاً عن أنها تفيد كثيراً في الاقتصاد وتسهيل القيام بالعمليات الرياضية ، فضلاً عن كونها لغة عامة للتعام بين العلماء ، فإنها تمثل درجة من التجريد كبيرة . « فنظام الرموز ، كما يقول أبل ريه (دروس في الفلسفة ، ج ٢ ، ص ٤٣ ، باريس سنة ١٩٢٥) ليس لغة حسنة الصنع فحسب ، بل هو أيضاً يدل على اللحظة التي صارت فيها الأفكار واضحة متميزة ، والتي أمكن فيها تنظيم العلم بطريقة عقلية ، والتي فيها صار العقل الإنسانى حائزاً للعناصر الحقيقية الضرورية له والتي ليست العلامات الرمزية غير أشياء تقوم مقامه » .

١٣ - نكويون الجبر :

ولكن الجبر لم يتكون بعد كعلم تام مستقل إلا على يد فرنسوا فيت François Viète الذى ولد في فونتنية قرب لاروشل سنة ١٥٤٠ . وتوفي بباريس سنة ١٦٠٣ . وكتابه الرئيسى في الرياضيات هو « للدخل إلى فن التحليل » In Artem Analyticam Isagoge الذى نشر سنة ١٥٩١ ، وفيه أوضح كيف يمكن تطبيق الجبر في حل المسائل الهندسية . وأهم ما أتى به فيه إصلاحه لغة الجبر ، خصوصاً في ناحيتين الأولى أنه رمز إلى الكيات المعلومة بالحروف الساكنة A, E, I, O, الخ ، وإلى الكيات المجهولة بالحروف الصائفة B, C, D, الخ ، مما ييسر استخدام عدد من الكيات المجهولة . أما الطريقة المستعملة اليوم ، طريقة استخدام الحروف الأولى من الهاء a, b, c, d, الخ للرمز بها إلى الكيات المعلومة ، واستخدام الحروف الأخيرة X, Y, Z, لتمثيل الكيات المجهولة ، فترجع إلى ديكارت في سنة ١٦٣٧ .

والناحية الثانية هي أنه كانت العادة جارية باستخدام حروف جديدة لتمثيل مربع أو مكعب (الخ) الكميات الواردة من قبل في المعادلات ، فمثلاً إذا كانت R أو N تمثل X فإن Z أو Q أو G تمثل x^2 أو x^3 الخ . أما فـيت فكان إذا استخدم A لتمثيل الكمية المجهولة S ، فإنه كان أحياناً يستخدم A^2 quadratus A cubus لتمثيل x^2 و x^3 الخ مما كان يوضح بسرعة الصلة بين القوى المختلفة . فمثلاً لكتابة معادلة مثل : $5BA^2 - DA + A^3 = Z$ كان فييت يكتبها كما يلي B5 in A Quad. — D plano in A+A cubo aequatur Z solido . وفي هذا يلاحظ أنه لم يكن يستخدم علامة التساوى ، والعلامة = التي نستخدمها اليوم للدلالة على التساوى كان هو يستخدمها لتمثيل « حاصل الطرح بين كميتين » .

وكان لهذين الإصلاحين أثر كبير في تطور الجبر ، مما أدى إلى جعله علماً يقوم بنفسه ، قد استغنى عن الأعداد قدر السطوع ، وأصبح بهذا أكثر إيضالا في التجريد . إذ أفضى إلى وضع صيغ عامة مجردة لكل العمليات المشابهة وضمها تحت صيغة واحدة ، أيًا ما كانت مقادير الكميات المستخدمة .

١٤ — الميكانيكا :

للميكانيكا هي العلم الذى يدرس ظواهر الحركة بطريقة عقلية دقيقة . وهي تقيس ظواهر الحركة مهما تكن مركبة وكيفية : فسواء أردنا قياس شكل سحابة متغير ، أو مسقط مياه ، أو مقاومة الأجسام الصلبة للرنه ، فإن الميكانيكا تستطيع أن تحدد هذه الحركات والمقاومات مستعينة في ذلك بالأعداد .

وللميكانيكا ليست علمياً وصفيًا فحسب ، إذ هي لا تقتصر على تسجيل حركات الأجسام للاداية ، بل تبحث عن علل هذه الحركات والقوانين التى وفقاً لها تحدث هذه الملل ما تحدث من حركات . فإذا ما عرفت الأحوال الأولى لنظام مادي

والتوانين التى تخضع لما تأثيرات الأجسام المتبادلة فى هذا النظام فإنها تستطيع أن تحسب حركة هذه الأجسام فيما بعد . ولهذا فإن الميكانيكا هى فى جوهرها علم يستطيع أن يقدر مقلماً .

ولما كان التطبيق الفنى الصناعى إنما ينشأ نتيجة لمعرفة الشروط الأولية وما ينتج عنها من آثار ، فإن الميكانيكا كانت ذات أثر كبير فى تقدم الصناعة الفنية (التكنيك) .

وأثر الميكانيكا فى تقدم العلوم الأخرى ظاهر ، لأن موضوعها وهو ظواهر الحركة والتوازن ، يدخل فى كثير من العلوم الأخرى . فهو يدخل فى الظواهر الكهربية والكيميائية الخ ...

والميكانيكا هى التطبيق الأول للبرهان الرياضى على الدراسة الكمية والعلية للظواهر الطبيعية .

وفضلاً عن ذلك فإن تاريخ تقدم العلوم يشهد بأثر الميكانيكا فى تطور البحث العلمى : فإن ميكانيكا جاليليو ونيوتن أوضحت كثيراً من المشاكل التى ظلت حتى ذلك الوقت غامضة ، حتى إن العلماء لم يقتصروا على محاكاة منهج الميكانيكا فى دراسة الحرارة والكهرباء والكيمياء الخ ، بل حاولوا دائماً الوصول إلى تفسير ميكانيكى لكل هذه الظواهر .

ومن الواضح أن الظواهر التى تدرسها الميكانيكا هى أكثر الظواهر تأييداً على المقياس بالمدد . فالظواهر الكيميائية والفيزيائية يمكن تتبع مراحل سيرها على نحو أيسر . فمثلاً ظاهرة احتراق عود كبريت ، يمكن تقدير مراحل سيرها بسهولة ؛ أما إطلاق قذيفة فى الهواء فمن المسير بتجديد مجراه . وهذا هو السبب فى تأخر تكوين علم الميكانيكا .

وستطوع^(١) أن ترجع نشأة هذا العلم إلى الفلاسفة القريين السابقين على سقراط الذين قالوا إن القرات إذا ما تحركت تستمر في حركتها بطريقة مطردة ودون الاستماتة بأية قوة ، إلا إذا اعترضتها قوات أخرى . بيد أن هذه الفكرة الجزئية الخصبية لم تلق من يأخذ بها ، لأن المشاهدات اليومية العادية لا تتفق معها ، إذ تدل هذه المشاهدات على أن الأجسام لا تتحرك إلا إذا حركتها قوة ، وأنها تتوقف عن الحركة إذا تخلصت عنها القوة المحركة . ومن هنا نجد أن أرسطو يأخذ بمبدأ آخر وهو : حيث لا قوة فلا حركة . غير أن أحداً من أيام أرسطو حتى جاليليو لم يتساءل : ولماذا نرى السهم يستمر في حركته بعد انفصاله عن القوس؟ إن مبدأ أرسطو كان من شأنه أن يقول إن السهم يجب أن يقف بمجرد انفصاله عن القوة الدافعة أى عن قوة شد القوس . لكن التفسير الذى كان يعطى آنشد لظاهرة استمرار انطلاق السهم هو إنه حينما انطلق السهم ، اندفع الهواء خلفه ليملا الفراغ الذى تركه . ولكن هذا الجواب ينطوى على دور فاسد : الهواء اندفع لأن السهم تحرك ؛ والسهم تحرك لأن الهواء اندفع . ومع ذلك استمر المبدأ الأرسطالى حتى القرن السابع عشر ، وهو أنه : حيث لا قوة فلا حركة .

هنا جاء أول جاليليو فأشار بإشارة غامضة إلى ما سيعرف باسم قانون القصور الذاتى *law of inertia* ؛ أما الذى أوعده وفصله فهو نيوتن . ولهذا يسمى القانون الأول من قوانين نيوتن في الحركة . وهو يقول إن كل جسم يظل في حالة سكون أو حالة حركة مطردة في خط مستقيم ما لم تؤثر فيه قوة ما . وبهذا استبدل بالمبدأ الأرسطالى القائل : « حيث لا قوة فلا حركة » مبدأ آخر يقول « حيث لا قوة ، فلا تنير في الحركة » . ثم إن أرسطو كان يرى أن القوة

(١) P. Painlevé, in, *De la Méthode dans les Sciences*, Première série, p. 72 sqq., Paris, 1920.

هى سبب الحركة ؛ أما نيوتن فيرى أن القوة هى السبب فى التغيرات التى تطرأ على الحركة : من تسارع أو تباطؤ أو تغيير فى الاتجاه الخ . فكل تغيير من هذا النوع يحتاج إلى قوة لإحداثه . لكن إذا لم توجد مقاومة ، فلا حاجة إلى أية قوة من أجل المحافظة على الحركة المطردة فى خط مستقيم .

وهكذا^(١) نرى أنه منذ القرن السابع عشر قامت أبحاث عديدة فى الميكانيكا أدت فى خلال القرنين التالين إلى تكوينها علماً حقيقياً أصبح نموذجاً يحتذى فى التفسير العقلى لسلاسل أخرى من الظواهر الطبيعية . وقد تكونت لأول مرة على يد جاليليو بدراسته لقوانين سقوط الأجسام ، ثم بحل مشكلة حركة قذيفة فى وسط لا تلتقى منه مقاومة . وقد أدى هذا الحل إلى البحث فى اللبائى والتصورات والبديهيات التى يمكن أن يبنى عليها علم ظواهر الحركة ، أى علم للميكانيكا ، وهذا بدوره أفضى إلى دراسة القوانين العامة للحركة وتطبيقها على النقط والأجسام الصلبة ، والامتداد فى تطبيقها إلى الأجرام السماوية وحركاتها .

لقد اكتشف جاليليو أولاً نظرية سقوط الأجسام . كان أرسطو يقول إن الجسم الذى يسقط تزداد سرعته لأن المتحرك يسمى بأسرع ما يمكن إلى مكانه الطبيعى . فجاء جاليليو وسجل نفس الظاهرة وهى ازدياد سرعة الجسم كلما ابتعد من نقطة سقوطه . وبدأ يفسر ذلك تفسيراً كياً ، محاولاً الوصول إلى معادلة رياضية . وقد حاول عدة محاولات للتفسير ، وراح يصحح الواحد تلو الآخر إلى أن انتهى إلى تفسير نهائى وهو أن السرعة تزايد بنسبة الزمن الذى يمر من نقطة ابتداء انطلاق الجسم الساقط .

ثم بحث جاليليو فى حركة القذائف ، فانهى إلى أن الجسم المتحرك الذى

يطلق على مستو أفقى يستمر فى حركة مطردة إلى غير نهاية إذا كان المستوى يمتد إلى غير نهاية ، طالما لم يبقه عائق . لكن إذا كان المستوى محدوداً ، فإن التحرك الخاضع للتسارع يتجاوز نهايته ويضيف إلى حركته الأولى المطردة اتجاهها إلى أسفل ناتجاً من الثقل . ومن هنا تنشأ حركة مركبة مؤلفة من الحركة الأفقية وحركة السقوط للتسارعة . وأثبت جاليليو أن مسار القذيفة يؤلف قطعاً مكافئاً

parabole

وأخطر من جاليليو أثراً فى تكوين الميكانيكا كان نيوتن^(١) ، الذى استطاع أن يكتشف قوانين الحركة ، وأولها قانون القصور الذاتى *law of inertia* وقد ذكرناه ، وثانيها قانون يقول إن التغيرات التى تطرأ على كمية الحركة تتناسب مع القوة المتحركة وتجرى فى اتجاه هذه القوة . فإذا رمزنا للكتلة بالحرف *s* وللقوة بالحرف *ق* ، وللزمن بالحرف *ز* ، فإن من الممكن وضع هذا القانون فى المعادلة التالية : $ك \times س = ق \times ز$ (ك \times س) . والقانون

(١) قوانين نيوتن :

القانون الأول : كل جسم يبقى ساكناً ما لم يطرأ عليه طارئ يحرّكه ، وكل جسم متحرك يتحرك بانتظام وفى اتجاه مستقيم ما لم يطرأ عليه ما يغير من انتظام حركته أو من اتجاهها أو ما يحوجها .

القانون الثانى : تثير كمية تحرك جسم فى زمن ما تناسب لقوة المحدثه له ؛ ويحدث هذا التأثير فى اتجاه القوة .

القانون الثالث : لكل فعل رد فعل مساو له ومضاد له فى الاتجاه .

$$t = \text{temps} , v = \text{vitesse} , m = \text{masse} \quad d(mv) = F dt \quad (٧)$$

$Q = \text{force}$

ويمكن صياغته أيضاً فى الجملة التالية :

القوة التى تؤثر فى جسم تتناسب مع تغير الزخم الذى تحدثه فى وقت معلوم ؛ واتجاه القوة هو الاتجاه الذى يحدث فيه تغير الزخم [الزخم *momentum* هو حاصل ضرب كتلة الجسم فى سرعته] .

لثالث يقول بتساوى الفعل ورد الفعل فى الأفعال المتبادلة بين جسمين . وهذا القانون ظاهر بنفسه فيما يتصل بأفعال الاصطدام ، ولكنه مبهم فى الأفعال من مسافة بعيدة .

ويطبق نيوتن قوانين الحركة هذه على الأجرام السماوية ، مما أدى إلى تكوين الميكانيكا السماوية ، التى تدرس حركات الكواكب والنجوم .

وتطورت الميكانيكا بعد ذلك تطوراً هائلاً على يد أولر فتكون ما يسمى باسم الميكانيكا العقلية . وأصبحت الميكانيكا مؤلفة من فرعين : الديناميكا والاستاتيكا . فالديناميكا تدرس الحركة ، والاستاتيكا تدرس أحوال التوازن فى المجموع . وكل منهما تنقسم إلى ثلاثة فروع بحسب كون التحرك نقطة ، أو مجموعة أجسام صلبة ليرتبط بعضها ببعض ، أو سائلاً . وديناميكا واستاتيكا لسوائل تسمى هيدرو ديناميكا وهيدرو استاتيكا^(١) .

(١) لتذكرك :

العدد « الحقيقى » : قطاع لسلسلة من الكسور مرتبة تباً للقدر .

العدد « الأسمى » : قطاع لسلسلة من الكسور ليس لها حد منطقي .

العدد « الجبرى الحقيقى » : قطاع لسلسلة من الكسور لها حد منطقي فخر ٢ (٢٧)
هو القطاع التكون من كل الكسور التى يكون مريضها أقل من ٢ .

العدد « التخلي المركب » : هو زوج مرتب من الأعداد الحقيقية .

جمع الأعداد التخيلية وضربها :

الجمع : (١ + ب ت) + (١ + د ت) = (١ + د ت) + (١ + ب ت)

الضرب : (١ + ب ت) (١ + د ت) = (١ + د ت) + (١ + ب ت)

جرى الجزء التريبي لأى مقدار سالب مثل ١ (ا موجبة) بأنه ذلك القدر التخلي الذى
نا ضرب فى هـ نتج ١ - .

أى أن $1 - = \sqrt{-1} \times \sqrt{-1}$

وقياساً على هذا يكون $1 - = \sqrt{-1} \times \sqrt{-1}$

١٥ — نظرية العدد :

فكرة العدد لم تبحث بحثاً كافياً من حيث أسسها الفلسفية إلا في العشرين سنة الأخيرة من القرن للماضي والأولى من هذا القرن خصوصاً على يد فريجه Frege في كتابه عن معنى العدد الذي ظهر في سنة ١٨٨٤ ثم في كتابه عن القوانين الأساسية للحساب الذي ظهر سنة ١٨٩٢. ونظريته في العدد على الرغم من وضوح هذه الأبحاث إلى درجة كبيرة ، لم يمكن مع ذلك أن تلقى العناية الكافية إلا على يد رسل في سنة ١٩٠١ حين اكتشف القيمة الكبرى لنظرية فريجه في العدد. وفي تلك الأثناء أي ابتداء من سنة ١٨٩٥ كان بيانو وأتباعه يقومون بالبحث في أسس الرياضيات بارجاع القضايا الرياضية جميعها إلى أفكار أولية ثم إلى مصادرات بسيطة يمكن أن يستخلص منها كل بناء الرياضيات . ولكن تبين أن فكرة فريجه عن العدد أدق وأشمل من فكرة بيانو ، فجاء رسل وأكمل النظريتين أولاً في كتابه « مبادئ الرياضيات » الذي ظهر سنة ١٩٠٣ وثانياً في كتابه هو وهوبتهد (*Principia Mathematica*): « مبادئ الرياضيات » الذي ظهر من سنة ١٩١٠ إلى سنة ١٩١٣ وسنتناول خلاصة أبحاثهم في هذا الصدد ، في شيء من الإيجاز .

$$= ٢ \text{ ص } ٢ = ٢ \text{ ص } ٢ \quad \therefore ٢ \text{ ص } ٢ = ٢$$

$$\therefore \frac{٢}{٢} \text{ ستكون أيضاً الجزر التربيعي للعدد } ٢$$

وفي معنا بعد هذا أن نكرر البرهان : إذا كانت $٢ = ٢ \text{ ص } ٢$ ، فإن $\frac{٢}{٢}$ ستكون الجذر التربيعي للعدد ٢ وهكذا باستمرار خلال سلسلة لا تنهى من الأعداد التي يكون كل منها نصف السالبة له .

ولكن هذا مستحيل ، لأننا إذا قسمنا عدداً على ٢ ثم قسمنا النصف وهكذا فيجب أن نصل إلى عدد فردي بعد خطوات متناهية . لا يمكن أن يكون ثمة كسر $\frac{٢}{٢}$ يكون مربعه ٢

يفرق رسل بين الرياضة البحتة وبين الفلسفة الرياضية على أساس أن ثمة طريقين في البحث في الرياضيات : الطريق الأول أن ننقل من المبادئ السلم بها البسيطة نسبياً على الأقل إلى ما هو أكثر منها تركيباً وتعقيداً. فننقل من عمليات الجمع والضرب إلى عمليات التفاضل والتكامل، ومن الحساب البسيط والهندسة للمستوية إلى حساب اللامتناهيات والهندسة التحليلية . والطريق الآخر طريق عكسي ننقل فيه من النتائج التي وصلنا إليها بعد أن بلغنا مرحلة واسعة من التطور لكي نبعث في الأسس التي تقوم عليها الرياضيات: من بديهيات ومصادرات وتعريفات . وبهذا نبعث عن الأسس العقلية التي تقوم عليها الرياضيات كلها .

والطريق الأول هو طريق الرياضيات البحتة التي تنفي بالانتقال من البسيط إلى المركب وتستمر في التجريد حتى تصل إلى المجردات العليا التي تستغنى عن كل عيان ، والطريق الثاني هو طريق الفلسفة الرياضية التي تنفي بدراسة الأسس الأولى التي يقوم عليها كل بناء رياضي . وهذه الفلسفة الرياضية لم تنشأ إلا متأخرة ، نشأت خصوصاً في النصف الثاني من القرن للماضي وأوائل هذا القرن حين حاول الرياضيون من ذوى النزعة الفلسفية المنطقية أن يدرسوا كيفية إرجاع الرياضيات كلها إلى الحساب . ففكرة احتساب الرياضيات كانت الفكرة الأولى التي دار حولها البحث في الفلسفة الرياضية . وهذه الفكرة قد تنبه إليها بعض التنبيه فيثاغورس حينما وجد أن ثمة صعوبة في إرجاع بعض الأشياء إلى نسب حسابية تبعاً لمذهب الذي حاول به أن يزجج كل الحقيقة الخارجية إلى العدد . فقد وجد أن ثمة من المقادير ما لا يمكن أن يقدر حسابياً ، واكتشف فكرة الكميات غير المشتركة *quantités incommensurables* خصوصاً أنه قد وجد أن بين الضلع والقطر في المربع لا يوجد قدر مشترك أى لا يمكن قياس الواحد على الآخر ، ووجد أيضاً أنه إذا كان ضلع المربع $1 =$

فإن القطر $\sqrt{2}$ وهذا الجذر أصم irrational أي لا يمكن استخراجه كمدد طبيعي ، فانتبه بفضل هذه الصعوبات إلى بعض المسائل التي تثيرها الفلسفة الرياضية .

١٦ — وأول ما يجب أن يبدأ به البحث في هذه الفلسفة هو أن ننظر في أبسط الأشياء التي يمكن أن يرد إليها البناء الرياضي كله . فعلينا أولاً أن نحتسب الرياضة بأن نرجع الرياضيات بأنواعها من حساب وهندسة وكل ما لهذه من فروع إلى فكرة الأعداد ، وفكرة الأعداد ترتد في النهاية كأبسط صورة لها إلى فكرة الأعداد الطبيعية أو ما يسمونه الأعداد الصحيحة المتوالية . ونحن نبدأ اليوم عادة من صفر ثم ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ . . . الخ وقد وجدنا أن هذه الخطوة في الواقع خطوة متأخرة إذ الصفر لم يعرفه اليونان ولا الرومان . إذ أدركه المنود وعنه انتقل إلى العرب ثم إلى الحضارة الأوروبية فأصبح اليوم الصورة الطبيعية للأعداد الصحيحة المتوالية (أو الأعداد الطبيعية) . ولكننا إذا تساءلنا عن معنى كلمة صفر أو معنى كلمة الوحدة وقصنا في كثير من الاشكالات والصعوبات . وأكثر من هذا إذا بحثنا في معنى العدد نفسه وجدنا أننا قد سلطنا بالفكر تدون أن نبعث فيها أدنى بحث ، ومن هنا جاءت الفلسفة الرياضية فبدأت تبحث في القضايا الأولية الأصلية التي يمكن أن يرد إليها كل البناء الرياضي . وأهم من قام بهذا البحث بيانو ، فقد بحث في القضايا الأولية ، وكيف يمكن تعريفها أو البرهنة عليها . ولما كنا لا نستطيع في النهاية إلا التسليم ببعض الأشياء ، قد اضطر هو الآخر إلى التسليم بهذه الأفكار الأولية بوصفها القضايا الأصلية التي يقوم عليها علم الحساب وبالتالي تقوم عليها الرياضيات كلها .

هذه المبادئ التي وضعها بيانو تتلخص في ثلاث أفكار أولية وخمس

مصادر : أما الأفكار الأولية فهي : صفر ؛ عدد ؛ تال ل . — أما معنى « الصفر » فهو الشيء الذى ليس له حد يقابله وكما سنرى فيما بعد : الصفر هو الصنف الذى لا أفراد له ، أى صنف العدم . أما « العدد » فقد فهم منه بيان ما نفهمه عادة وبطريقة إجمالية مبتذلة من الأعداد الطبيعية ، « وتال ل » قد فهم منه أنه العدد المباشر التالى لأى عدد آخر . أما المصادر الخمس التى قال بها فهي :

(١) الصفر عدد . (٢) كل عدده عدد تال . (٣) لا عددين ذوا تال واحد . (٤) الصفر ليس تالياً لأى عدد . (٥) أية صفة تنتسب إلى الصفر وتنتسب أيضاً إلى التالى لأى عدد يملك هذه الصفة ، تنتسب إلى كل عدد .

فإذا نظرنا فى فكرة الأعداد وطبقنا عليها هذه المصادر وجدنا أولاً أن الصفر عدد ، أى يدخل إذن على الأقل فى الرياضيات ، بعد أن تطورت ، كعدد من سلسلة الأعداد الطبيعية . ووجدنا ثانياً أن أى عدده تال ، وهكذا باستمرار ، وسنرى أن هذا يقضى بنا إلى فكرة اللانهاية فى العدد والعد ، فنحن نقول صفر ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ . . . الخ فكلمة إلى آخره تدل على اللانهاية — بمعنى أنه لما كان لكل عدد تال فإن أى عدد نأخذه لا بد أن يكون له عدد تال مهما كان من ضخامة هذا العدد ، والأمر لن ينتهى . وإذن فسلسلة الأعداد الطبيعية تبعاً لهذه المصادر الثانية لا تنتهى . ونقول لنا المصادر الثلاثة إن أى عددين لا يمكن أن يكون لهما تال واحد ومعنى هذا أن عدداً ما لا يمكن أن يتكرر مطلقاً فى سلسلة الأعداد الطبيعية . وهذا مفهوم من المصادر الثانية لأنه لما كان لكل عدد تال ، وكان كل عدد مختلفاً عن الآخر ما دام عددين ، فلن يكون التالى لأحدهما هو التالى للآخر . والمصادر الرابعة تقول لنا إن عدد الصفر لن يدخل كعدد تال فى سلسلة الأعداد بل سيكون دائماً العدد الأول مهما افترضنا ، كما سنرى ، من قيمة هذا الصفر . والمصادر الخامسة تقول لنا إنه إذا اتصف الصفر بصفة ، واتصف

عدد ما وليكن ع بهذه الصفة عينها ، كما اتصف بها التالى لهذا العدد أى ع + ١
إن هذه الصفة تنطبق على كل الأعداد ، أياً ما كانت هذه الأعداد ، أى على
سلسلة الأعداد الطبيعية كلها مهما امتدت .

ونستطيع بعد هذا أن نفسر عمليات الحساب وعمليات الرياضة على أساس
هذه المصادر الخمس . فعمليات الضرب والجمع مثلاً تقوم أيضاً على هذه
المصادر والبرهنة . على ذلك قد تكون طويلة أحياناً ولكنها متيسرة دائماً ،
وقد عرضها بيانو فى كتابه مجموع الصيغ الرياضية ، عرضها بالتفصيل بالنسبة
لجميع الأحوال .

وهنا يلاحظ أن هذه المصادر الخمس يمكن أن تفسر عدة تفسيرات . فيمكن
أولاً أن نفترض أن الصفر هو العدد ١٠٠ ، وأن التالى هو العدد الذى يزيد عن
المائة بعدد ، وليكن واحد (١) مثلاً ، فسنجد أننا نبدأ من مائة ١٠٠ ، ١٠١ ،
١٠٢ ... الخ . والمصادر الخمس تكون صحيحة بالنسبة لهذه الأحوال كلها ،
فالمصادرة الأولى صحيحة وستكون ١٠٠ تناظر الصفر . وسنجد أن كل عدد له
تال وسنجد أيضاً أنه لا يمكن أن يكون لعدد تال واحد ، وسنجد خصوصاً —
وهذا قد يبدو غامضاً بعض الشيء — أن المصادرة الرابعة القائلة بأن
الصفر ليس تالياً لأى عدد صحيحة ، وذلك لأننا عدنا المائة فى هذه الحالة هى
الصفر ، وكأن عدد ٩٩ الذى يسبق المائة فى هذه الحالة لا يعد سابقاً ، ومع هذا
فلا زالت هذه المصادرة صحيحة حتى بالنسبة لهذا التفسير .

وكذلك المصادرة الخامسة : فـا ينطبق على المائة ، وعلى أى عدد آخر بعدها
على التالى لهذا العدد ، ينطبق على سلسلة الأعداد كلها ابتداء من المائة .

ثانياً : نستطيع أن نفترض أن الصفر لازال هو الصفر ، وأن العدد معناه العدد

الزوجي ، وأن تال ل يساوي ٢ ، فسنجد حينئذ أن لدينا صفر ، ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ ... الخ فالمصادرة الأولى هي هي بعينها ، والمصادرة الثانية هي هي مع جعلها التالى ذات قيمة غير الواحد ، فالأمر يتوقف دائماً على الكمية المعطاة بقولنا تال له ونجد أنه لا يوجد عدنان ذواتال واحد . ونجد رابعاً أن الصفر لا يوجد من بين الأعداد التالية إطلاقاً كما تقول المصادرة الخامسة أى أننا إذا ما نظرنا إلى أى خاصة تنتسب إلى الصفر وإلى أى عدد من الأعداد الزوجية ، ثم تنتسب ثالثاً إلى هذا العدد + ٢ ، فإن هذه الخاصية تنتسب كذلك إلى بقية الأعداد في هذا التسلسل الطبيعي .

كما نستطيع أن نفترض افتراضات أخرى غير السابقة بأن نجعل الأعداد كسرية أو نفترض أية كمية للقيمة تال ل ، فسنجد أن المصادرات الخمس متحققة باستمرار في كل هذه الأحوال . وعلى هذا يمكن بطريقة علمة أن نجد أننا إذا نظرنا في أية سلسلة من الأعداد ولتكن من صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ... س ع ، فسنجد دائماً أنها تخضع لهذه المصادرات الخمس . فالمصادرة الأولى القائلة بأن الصفر عدد متحققة هنا في قولنا س صفر أول الأعداد ، والمصادرة الثانية متحققة في أنه لا يوجد عدنان ذواتال واحد ، والمصادرة الرابعة متحققة في كون الصفر ليس بواحد من الأعداد التالية ، والمصادرة الخامسة متحققة في أن خاصة ما تنتسب إلى س صفر ، وإلى س + ١ تنتسب أيضاً إلى عدد آخر وليكن س ، س + ١ ، س + ٢ ... (أى عدد كان) .

ونظراً إلى هذا الاختلاف في التفسير تبين لبعض الرياضيين المنطقيين ، وعلى رأسهم رسل ، أن نتائج بيانو ليست نتائج نهائية ، فساد إلى نظرية قد أدلى بها قبل ذلك بقليل (سنة ١٨٨١) فريجه ، وعرضها ثانية سنة ١٨٩٣ دون أن ينتبه إليها الرياضيون في ذلك الوقت ، وذلك لكي يحقق غرضاً مهماً هو أن تكون

الرياضيات ، وبالتالي للمصادر التي تقوم عليها ، دقيقة معينة الكمية لا تفسر أى تفسير كان . وثانياً لاحظ رسل وغيره أن بيانو قد افترض الأفكار الثلاثة الأولية افتراضاً دون أن يستخرج هذه الأفكار من مصادر أخرى ، وبالتالي قد عدّ هذه الأشياء غير قابلة للبرهنة عليها . وصحيح أننا قد انتهى إلى هذه النتيجة عنها ، ولكن يجب ألا نسلم — كما يقول رسل — بعدم إمكان البرهنة على مصادرة أو فكرة إلا بعد تحليل طويل يقنعنا ولو مؤقتاً بأن البرهنة مستحيلة وقتياً . ولهذا جاء رسل لفاول أن يفتتح بعض هذه المصادر من بعض ، وأن يبرهن على بعض الأفكار الأولية . ثم اهتم في أول الأمر خصوصاً وتبعاً لأبحاث فريجه ببيان معنى كلمة عدد ، ومعنى كلمة صفر ، خصوصاً الكلمة الأولى ، لأن عليها يتوقف كل بحث في الأسس الأولية لأي نظام رياضى .

١٧ — معنى كلمة العدد :

قلنا إن فريجه هو الذى تنبه إلى هذه المسألة وعرضها بشيء من الوضوح في كتابه «أساس الحساب» سنة ١٨٨٤ وتناولها من بعد في كتابه «القوانين الأساسية للحساب» سنة ١٨٩٣ وخلاصة أبحاثه في هذه المسألة أنه لكي نحدد معنى العدد يجب أولاً أن نميز بين العدد وبين الكثرة . فالكثرة ليست هى العدد بالمعنى الجرد الرياضى ، فإذا كان لدينا خمس من الأشياء أو من الناس فإن هذا الخمس يكون كثرة ، ولكنه لا يكون عدداً ؛ إنما الخمس أو السداس أو الثلاث أو التساع ، مثل للكثرة ومثل للعدد ٣ ، ولكنه ليس مثلاً للعدد نفسه ، وإنما «٣» هى المثل للعدد . فالعدد أكثر تجزئاً من الكثرة . — وبعد هذه التفرقة نستطيع أن نحدد معنى العدد .

إن أى عدد أخذناه يختلف تمام الاختلاف عن الكثرة المكونة من وحدات قدرها هذا العدد ، فالعدد ثلاثة مثلا ليس هو الثالوث المكونة من الأبواب الإبن والروح والقدس وليس هو مجموع الأضلاع الثلاثة المكونة لأى مثلث ا ب ، ا ج ، ج ب — وكذلك الحال بالنسبة إلى أية مجموعة من المجاميع . ومن هنا يجب أن نميز تمييزاً دقيقاً بين ٣ وبين أى ثلوث من الأشياء التى نميزها فى العالم الخارجى لأن ٣ ليست هى أى ثلوث ولكنها الصنف الدال على كل ثلوث واقعى أو ممكن . فلنحاول بعد هذا التمييز بأن نفهم طبيعة العدد وكيف يمكن حده . ويلاحظ أولاً أنه لى يتيسر حدّ العدد أو تعريفه لا بد لنا أن نلجأ هنا إلى الحد بالمفهوم لا بالمصدق ، ذلك لأن الحد بالمصدق يمكن أولاً أن يرد إلى الحد بالمفهوم ، ولنا فى حاجة إلى استقراء جميع الأفراد الداخلة فى ما صدق شئ مالىكى نحده ، فنلا سكان القاهرة لسنا فى حاجة بل قد لا يكون ممكناً إطلافاً أن نحصيه فرداً فرداً كى نستطيع أن نحد سكان القاهرة وإنما نكتفى فى الواقع ببطاقة من هؤلاء السكان نجعلهم يميزن لمفهوم كلمة سكان القاهرة ثم نسم هذا الحكم بالنسبة إلى جميع السكان ونحن فى هذا إنما نستخدم حداً بالمفهوم لا بالمصدق لأننا قد اتخذنا واسطة لهذا التعريف بعضاً من الصفات للميزة . وثانياً يلاحظ أن الأمر أوضح بالنسبة إلى الأعداد لأن الأعداد لا متناهية ، فاصدقها إذن لا يمكن حصره بالضرورة فلا يتم إذن تعريف بالمصدق بل لا بد أن نلجأ إلى التعريف بالمفهوم . فتعريفنا للعدد سيتم ببيان الخاصية أو الخواص الرئيسية التى يتميز بها العدد بوجه عام دون إحصاء تجريبي واستقراء على لنكل الأعداد الواقعية أو الممكنة . ولكى نقوم بهذا التعريف يجب أن نجرب أولاً أى أن نبحث فى المجاميع المكونة لأعضاء واحدة ونضع كل مجموعة متشابهة مع الأخرى تحت باب واحد ، فالمجاميع المكونة لباب واحد ستكون إذن هى المكونة لعدد ما .

فناخذ مثلاً مجموعة السداسات ومجموعة السباعيات ومجموعة التساعات الخ... وكل مجموعة من هذه الجاميع تعبر عن عدد معين سيكون هو العدد بالمعنى الرياضى . ولكن لكي تتم هذه الخطوة بالتاكيد لا بد لنا أن نعرف بأية وسيلة نستطيع أن نحدد أن هذه المجموعة هى بعينها تنسب إلى باب ما . والطريق الأظهر فى بادئ الأمر هو أن أقول : أحصى (أعد) كل الأفراد للكونة لهذه المجموعة ، وبعد هذا أدخلها فى الباب الذى تنسب إليه وفقاً لمجموع الوحدات للكونة لها . ولكن هذه الوسيلة تستلزم مقدماً أن لدينا فكرة عن العدد لأننا فى هذه الحالة نقوم بعملية المد ، وعملية المد تستلزم أننا نفهم مقدماً فكرة العدد ، وعلى هذا فإن عملية المد عملية متأخرة يجب أن تسبق من الناحية المنطقية بعمليات أخرى أبسط منها . هذه العملية أو العمليات الأخرى الأبسط منها تقوم على فكرة الإضافات بين الأصناف . فنحن نسمى كل مجموعة من هذه الجاميع باسم صنف class وتسمى أحياناً set ، ويستعمل فى الرياضيات أحياناً كلمة aggregate وكلمة manifold ولكن يحسن الاختصار على كلمة «صنف» .

وقد رأينا فى النطق الرياضى أن ثمة خواص شكلية للإضافات بين الأصناف^(١) ورأينا منها خصوصاً خاصة التضافيف المشترك ، أى الخاصية الموجودة بين صنفين يتوقف أحدهما على الآخر أو يرتبط به ارتباط تضافيف . فأحياناً يكون أحد الصنفين بالنسبة إلى الآخر مشتملاً على عضو واحد ، بينما الآخر يشتمل على أكثر من عضو ، وقد يكون كليهما مشتملاً على عضو واحد فحسب ، فتتلا علاقة الأب بالإبن التضافيف فيها بين واحد وكثير ، والعلاقة بين الإبن والأب التضافيف فيها بين كثير وواحد ؛ والعلاقة بين زوج وزوجة فى الزواج الموحد هى علاقة واحد إلى واحد ، وتسمى مجموعة الأفراد الداخلة فى أى صنف من الصنفين ، فى الأول باسم مجال الصنف ، وفى الآخر باسم

(١) راجع كتابنا « النطق الصورى الرياضى » ص ٢٨٣ — ٢٩٣ ، القاهرة سنة ١٩٦٢ .

مجال للمعكوس، فمثلا في الصلة بين الأب والإبن مجال الأب هو مجال الإضافة ومجال الإبن الذى يضم أكثر من عضو هو مجال « معكوس الصلة » *converse domain*، وكذلك الحال بالنسبة إلى بقية الأمثلة السابقة . فإذا كان مقدار الأعضاء الداخلة في المجال ومعكوس المجال هو الواحد فإن الإضافة تسمى هنا « مشابهة » أو إضافة المشابهة . فالصنف الواحد يقال عنه إنه مشابه لآخر إذا كانت هناك إضافة الواحد والواحد، وأحدها المجال والآخر المجال للمعكوس . ومن الممكن أن يبرهن بعد هذا :

أولا : على أن أى صنف مشابه لنفسه ، أى توجد إضافة الواحد والواحد بينه وبين نفسه وهذا طبعى ؛

وثانياً : أنه إذا كان بين الصنف *a* والصنف *b* مشابهة فستكون بين الصنف *b* و *a* ؛

وثالثاً : إذا كانت الصلة أو الإضافة مشابهة بين *a* و *b* ، وهى عينها بين *b* و *a* ، كانت الإضافة مشابهة أيضاً بين *a* و *b* . وفى الحالة الأولى تسمى خاصية الإضافة باسم الانعكاس *reflection* أى تكون معكوسة على نفسها . وفى الحالة الثانية تكون تماثلية (أى أن خاصية هذه الإضافة هى التماثل) . فمثلا فى حالة « زوج له » فإنه إذا كان على زوجا لقاطمة ، فإن قاطمة « زوج » لى . وفى الحالة الثالثة خاصة الإضافة هى التمديد فإذا انتقلت الإضافة من *a* إلى *b* ، ومن *b* إلى *c* ، انتقلت من *a* إلى *c* فمثلا إذا قلنا ٧ أكبر من ٥ ، و ٥ أكبر من ٢ ، فإن ٧ أكبر من ٢ . وطبعاً هذه الإضافة ليست تماثلية كما هو واضح .

وعلى هذا نجد أن إضافة المشابهة تتضمن إذن هذه الخصائص الثلاثة : الانعكاس والتماثل والتندى . فلننظر بعد هذا فى كيفية تحديد انتساب صنف من

الأصناف إلى مجموعة ما كبرى . فمثلا صنف وليكن صنف السداسات : كيف ينسب إلى الصنف ٦ أو إلى المجموعة الكبرى ٦ ؟ لتعيين هذا ننظر في خاصية الإضافة فإذا وجدناها المشابهة كان هذا دليلا على أن الصنف للذكور ينسب إلى المجموعة الكبرى للمجموعة . فمثلا إذا نظرنا في فكرة الأزواج في بلد كاثوليكي فإننا سنجد أن عدد الأزواج سيكون قطعاً هو عدد الزوجات ، وهذا يجعلنا نضيف هذه المجموعة التي هي مجموعة الزوج والزوجة إلى طائفة كبرى هي طائفة العدد ، أو طائفة الأزواج بوجه عام . وكذلك الحال لو نظرنا في أصناف أخرى فإننا نستطيع بواسطة خاصية المشابهة وحدها أن نعين الصنف الأكبر الذي ينسب إليه هذا الشيء موضوع بحثنا. فإذا ما استطعنا هذا فإننا نستطيع أن نحدد فكرة العدد على هذا الأساس . فيمكن بعد هذا وبعد التفرقة التي وضعناها في البدء بين المجموعة المعينة وبين العدد أن نحدد العدد بأن نقول أولاً : « عدد أى صنف هو الصنف الشامل لكل الأصناف للمجموعة له » فمثلا عدد الصنف خمس هو الصنف الشامل لكل الخماسات الممكنة . وحتى الآن لم نستخدم اللفظة خمسة أى العدد ، وإنما نتحدث بعد عن الأصناف وعدد الأصناف لا عن العدد المجرد . ولكي نخطو هذه الخطوة الأخيرة لا بد لنا أن نلجأ إلى تعريف قد يبدو في الظاهر غير سليم ولكنه سليم في الواقع فنعرف العدد بأن نقول : « العدد هو أى شيء يكون عدداً لصنف ما » . وانخطأ الظاهري لهذا التعريف أننا استعملنا المرفع في التعريف ولكنه خطأ ظاهري فقط ، لأن كلمة عدد الأولى ليست هي كلمة عدد الثانية . فمثلا إذا قلنا « الإنسان هو مجموع أفراد الإنسانية » فهذا التعريف سليم مع أننا استعملنا كلمة « الإنسانية » في التعريف الأصلي . والسؤال هنا هي مسألة استخدام صفة للدلالة على أنها عبارة عن مجموع صفات مختلفة . فالعدد سيكون تبعا لهذا هو عدد أى صنف ، فمثلا ه ستكون عدد أصناف الخماسات ، وعلى هذا فيكون التعريف صحيحاً ، ف ه هي إذن شيء يكون عدداً لصنف الخماسات .

وهذا التعريف لا ندري بمدى هل ينطبق على الأعداد المنتهية واللامتناهية على السواء ، بل علينا أن ننظر في الحالة بالتفصيل لكي تبين كيف نستطيع الوصول إلى أى عدد كان . ومن ناحية أخرى كيف نحدد الأعداد كلها ككل بصرف النظر عن أنها كميات متناهية أو لا متناهية . ونحن قد رأينا في الأفكار الأولية عند بيانو أننا نستطيع بواسطتها أن نحدد معنى العدد الطبيعي وسلسلة الأعداد الطبيعية . فبهذه الأفكار الأولية : الصفر — عدد — نال نستطيع أن نستخرج سلسلة الأعداد الأولية بأسرها . ولكن يحسن بنا بعد هذا أن ننظر هل من الممكن إيجاز هذه الأفكار الأولية ومن ناحية أخرى هل يتيسر تحديدها فقد قلنا إنها أولية أى غير قابلة للحد والبرهنة . فلننظر في صحة هذا القول فضلاً عن أننا قد وجدنا من ناحية أخرى أن المصادر أو المبادئ الخمسة التي وضعها بيانو يمكن أن تفسر عدة تفسيرات فعلينا أن نبحث في تحديد هذه المبادئ الخمسة أو المصادر الخمس لكي نقصرها على نوع واحد من التفسير . ومن ناحية أخرى علينا أن ننظر فيها علنا نستطيع أن نوجزها أو نسقط بعضها منها لأنه لا مدعاة بعد لها . فنقول إننا إذا أردنا مثلاً أن نصل إلى العدد ١٠٠.٠٠٠ فإننا نستطيع ابتداء من الصفر باعتباره فكرة أولية واعتماداً على فكرة نال له وفكرة العدد أن نسير خطوة خطوة من عدد ع إلى نال له ع + ١ وهكذا باستمرار حتى نصل بطريق التجربة إلى العدد ١٠٠.٠٠٠ . ولكن هذه الطريقة قد لا تكون متيسرة فضلاً عن أنها تجريبية فقد لا تكون متيسرة أو هي بالفعل كذلك فيما يتصل بالأعداد اللامتناهية إذ أن اللامتناهي لا يمكن الفراغ منه . وثانياً أننا نريد تعريفاً يشمل كل أحوال العدد بصرف النظر عن أنه متناه أو غير متناه ، والطريق للوصول إلى هذا هو للصادرة الخامسة من مصادر بيانو ، والتي يقوم عليها الاستقراء الرياضي mathematical induction وهذه قد أخذناها

في البدء على أنها مبدأ ولكننا هنا نريد أن نأخذها على أنها تعريف — أى شيء نبدأ منه . فإذا كانت هناك صفة أو خاصية تتعلق بصفر وتعلق بعدد ما ثم بالتالى لهذا العدد فإنها تكون منطبقة على كل الأعداد على السواء أى بعبارة أخرى أننا نستطيع ابتداء من الصفر ، وعدد أيا كان نستطيع أن نعيّنه ، ثم التالى لهذا العدد أن نحكم حكماً طاماً على كل الأعداد للمكينة . وبهذا يتيسر لنا أن نحكم على الأعداد المنتهية واللامنتهية على السواء . ولكي تقوم بهذا يحسن أن تقدم أولاً طائفة من التعريفات . فيقال أولاً إن خاصة ما وراثية إذا كانت تنسب إلى عدد ما ثم إلى هذا العدد + ١ أى والتالى له . فمثلاً لنفرض أن لدينا العدد e له خاصة ما فإذا كانت هذه الخاصية تتعلق أيضاً بـ $e + ١$ فإنها تسمى حينئذ وراثية أى تنتقل من e والتالى لها إلى بقية الأعداد التالية فى سلسلة الأعداد للتوالية . ويسمى الصنف وراثياً إذا كان e عضواً فيه و $e + ١$ عضواً فيه كذلك . فإذا اعتبرنا أن e مثلاً هى العدد ١٠٠٠ فإن جميع الأعداد التالية لـ ١٠٠٠ ابتداء من ١٠٠٠ + ١ ، ١٠٠٠ + ٢ ... الخ تكون فيها هذه الصفة وراثية أى ما ينطبق على ١٠٠٠ ينطبق على سلسلة الأعداد التالية ابتداء من ١٠٠٠ وإذا جعلنا e صفر فستكون الخاصة وراثية بالنسبة إلى كل الأعداد ما دام صفر هو العدد الأول الذى لا يسبقه أى عدد آخر .

والصنف الذى يكون متعلقاً بالعدد كنقطة ابتداء له يسمى صنفاً استقرائياً *inductive class* ونسرى أن الصنف الاستقرائى سيتكون من صفر ، وصفر + ١ ، ثم بقية الأعداد التالية أى فى الواقع من كل الأعداد للمكينة . ولكننا لم نصل بعد إلى هذه النتيجة بطريقة منطقية ولننظر فى كيفية التمييز عنها بطريقة منطقية وهذا نستطيع القيام به بأن نسميه كتعريف ثان باسم « ذرية العدد » *posteriority* ، وتعرف الذرية بأنها عبارة عن مجموعة الأعداد ابتداءً من عدد ما بالنسبة إلى

الإضافة « سلف له » أو سابق له — فإذا نظرنا بعد هذا في ذرية العدد صفر أى هذا الصنف الاستقرائى لوجدنا أنها تشمل صفر وصفر + ١ و ١ + ١ ... الخ أى سلسلة الأعداد الطبيعية المتوالية . وهذا يمكن أن تقوم به بطريقة تجريبية بأن نحدد ذلك على أساس أن نقول إن الأعداد هى ما نصل إليه إذا ما سرنا ابتداء من الصفر خطوة خطوة وهكذا باستمرار . ولكن قولنا خطوة خطوة وهكذا باستمرار ليس تعبيراً واضحاً ولهذا نستبدل به كلمة ذرية التى هى تعبير منطوق واضح موجز يعبر عن هذا المعنى منطقياً . وعلى هذا نستطيع أن نعرف سلسلة الأعداد الطبيعية بقولنا : « الأعداد الطبيعية هى ذرية صفر بالنسبة إلى الإضافة : السالف مباشرة (التى هى معكوسة تال ل) » .

وفى هذا التعريف يظهر أننا عرفنا إحدى الأفكار الأولية التى قال بها بيانو بواسطة الفكرتين الآخرين . فكلمة عدد عرفناها بواسطة صفر وبواسطة تال أو سالف له (والسائلة واحدة) وبهذا نكون قد وفرنا إحدى هذه الأفكار الثلاث ، ومن ناحية أخرى قد وفرنا كذلك مصدرتين من المصادر الخمس لبيانو ألا وهما : الأولى والخامسة . وكأنتا بهذا قد وفرنا مصدرتين المصادرة الأولى والمصادرة الخامسة ؛ أما المصادرة الثانية فلا تزال قائمة ونستطيع أن نعبّر عنها فى صورة أخرى بأن نقول : كل عدد له عدد طبيعى يتلوّه .

وبعد هذا نبحت فى تعريف الفكرتين الآخرين : فكرة الصفر وفكرة تال له . ولكى نقوم بهذا نستطيع أولاً أن نتمدد على تعريفنا للعدد حيث قلنا إن العدد هو أى شئ يكون عدداً لصنف ما ، وهذا الصنف سيكون شاملاً لكل الأصناف المشابهة له . فعدد الصفر سيكون إذن عدداً لصنف بلاأفراد (أو بلاأعضاء) وذلك لأن صنف الصفر لا يشمل أى فرد فهو صنف العلم . وسيكون عدد الصفر إذن هو ذو عضو واحد أو فرد واحد ألا وهو صنف الصفر نفسه وهو صنف

بلا أفراد وفارق كبير بين عدد الصف وبين الأفراد الداخلة في هذا الصف .
فعدد الصف واحد وهو صف الصفر أما الأفراد الداخلة في هذا الصف فمقدمة
أى لا توجد أعضاء لصف الصفر ؛ ولكن عدد الصفر له صف واحد هو
الصف الذى لا أفراد له . وعلى هذا يمكن أن نعرف الصفر بأنه : « هو الصف
الذى عضوه الوحيد هو صف الصفر (وهو صف لا أفراد له) »

بقى بعد هذا أن نحدد الفكرة الثالثة والأخيرة وهى فكرة : « تال ل »
ولتحديد هذه الفكرة نفترض وجود صف ونسمه « ١ » به أفراد عددها ع ،
ونفرض أن لدينا صفاً آخر وليكن س ، أفراده ليست داخلة في ع (أو من
بين أفراد ع) وعلى ذلك فإن $١ + س$ يكون صفاً تالياً للصف ١ .
وبهذا نستطيع أن نعرف التالى ل بقولنا « التالى لعدد الحدود في الصف ١ هو
عدد الحدود في الصف المكون من ١ مع س ، حيث س هى أى حد لا ينسب
إلى الصف ١ » (أى خارجه) . وبهذا إذن نكون قد استطعنا أن نحدد بالذقة
وبالتعريف الأفكار الثلاث الأولية التى قال بها بيانوكا أننا استطعنا أن نتخلص
من مصادرتين من مصادراته . وفى معنا بعد هذا أن نتخلص أو أن نفهم بوضوح
معنى بقية المصادرات ، إذ الباقى لدينا ثلاث . أما المصادرة القائلة بأن أى عدده
تال — وهى المصادرة الثانية — وكذلك المصادرة الرابعة القائلة بأن صفر لا يمكن
أن يكون تالياً لأى عدد فيفهمان بسهولة وليس فى حاجة إلى برهنة لكى يمكن
أن يدركا بوضوح . وأما المصادرة التى تحتاج إلى شيء من العناية فهى المصادرة
القائلة بأنه لا يمكن أن يكون لعددتين تال واحد ، إذ أن ثمة مشكلة تتصل بهذه
للسألة تنشأ حينما نفترض أن الأعداد متناهية أو أننا بازاء كميات محدودة . أما إذا
كنا بازاء كميات لا متناهية أو عدداً لا نهائى فإن المشكلة لا تقوم لأننا إذا فرضنا
أن لدينا عددتين وأن الكميات لا متناهية فإننا نستطيع باستمرار أن نفترض أن ثمة
• — مناهج البحث العلمى

أعداداً خارجة وبالتالي فإننا إذا فرضنا أن إحدى الكميات هي ١ والأخرى ب فإن $١ + ١$ سيكون عدداً آخر غير $١ + ١$ ، لأن ثمة أعداداً أخرى خارجة ما دامت الأعداد لا متناهية اللهم إذا كانت $١ = ب$. ولكن إذا كنا بإزاء أعداد متناهية ، بأن كان قدر الأعداد هو ١٠ مثلاً ولاشئ خارجها فإن العدد التالي لـ ١٠ سيكون ١١ ولا وجود له أى يساوى صفر . وكذلك العدد التالي لهذا العدد وهو ١٢ سيكون بلا أفراد ، فسيكون إذن صفرأ ، وإذن ستكون $١٢ = ١١$ ، ومن هنا سيكون التالي لعددین ١٠ و ١١ عدداً واحداً وهو صنف الصفر .

ومن هذا يتبين إذن أن هذا اللبداً الثالث من مبادئ بيانو الخمسة لا يكون صحيحاً إلا إذا كانت سلسلة الأعداد لا متناهية ؛ فلنفترض أنها الآن لا متناهية . والنتيجة لهذا كله إذن أننا قد استطعنا أن نحدد معنى الأفكار الأولية الثلاثة التي قال بها بيانو كما استطعنا من ناحية أخرى أن نحدد اللبداً الخمسة وأن نرد بعضها إلى بعض . وفي وسعنا بعد هذا أن نحدد كل المسائل الرياضية مهما ارتفعت درجتها في التطور والتجريد والتمعيد ، ما معنا نرى أن الرياضيات تقوم بأسرها على الحساب ، والحساب يقوم كله على فكرة الأعداد الطبيعية . وليس من الصعب بعد هذا أن تطبق هذه التعريفات في الرياضيات العليا وفي بقية أجزاء الرياضة مما ليست بحساب أو بحجر أو بهندسة مستوية كما يبين ذلك رسل في كتابه : « مبادئ الرياضيات » .

وفي وسعنا بعد هذا أن ننعم هذه القاعدة التي وصلنا إليها وهي قاعدة الاستقراء الرياضي . ويمكن من أجل هذا أن ندلى بالتماريف التالية التي وضعها فريجه وهي أن نفترض خاصة مثل « ف » فنجد :

١ — الخاصة : يقال عنها إنها « ف » وراثية في حالة ما إذا كانت تنسب إلى الحد « س » ، و « س » له إضافة « ف » بالنسبة إلى ص ، فإنها تنسب إلى « ص » .

٢ — والصنف يكون ف — وراثياً إذا كانت خاصته المحددة « ف » — وراثية .

٣ — والحد « س » يقال إنه ف — سلف للحد « ص » إذا كانت « ص » لها كل خاصة ف — وراثية تملكها « س » بشرط أن تكون « س » حداً له الإضافة « ف » إلى شيء ما ، أو يكون ثمة شيء له بالنسبة إليه الإضافة « ف » .

٤ — وذرية « ف » للحد « س » هي كل الحدود التي يكون فيها « س » « ف — سلفاً » .

وعلى هذا فالاستقراء الرياضى يقوم إذن كما يقول رسل على أساس تعريفات تفترض افتراضاً . وليس بصحيح إذن ما ذهب إلى الرياضيون من قبل في أواخر القرن الماضى وأوائل هذا القرن وعلى رأسهم پوانكاريه من أن ثمة مبدأ يقوم عليه الاستقراء الرياضى ؛ مبدأ سماه پوانكاريه باسم « البرهان بالإجابة » *raisonnement par recurrence* فلا يوجد مثل هذا المبدأ للسفسر الذى يزعمه پوانكاريه ، فكل هذه تجديدات لم تصل إلى فهم طبيعة البرهنة الرياضية وإنما المسألة تقوم على أساس تعريفات نضعها في البدء ، ثم نستنتج منها كل ما يتلوه . وليست الرياضيات إذن غير طائفة من التعريفات التى نضعها أولاً ثم نستخلص منها فيما بعد كل الخواص التى يمكن أن تستخلص . وعلى هذا فكما يقول رسل إن الاستقراء الرياضى معناه بطريقة عامة شعبية أن من الممكن أن نطبق ما ينطبق على سلسلة من المتتاليات ، على صلة الأول بالآخر ،

بمعنى أنه ما دمنا نستنتج من التوالى فإننا نستنتج أيضاً من نقطة البدء إلى نقطة النهاية. فإذا كانت نقطة البدء « صفر » ونقطة النهاية عدداً ما على أساس افتراض أن الأعداد لامتناهية ، فإن ما ينطبق على الأعداد للتالية ينطبق بالتالى من الصفر إلى هذا العدد المفروض . ويصور هذه المسألة بقطار مركب من عربات كثيرة فإذا أعطت القاطرة الدفعة الأولى تحركت أولى العربات ثم التالية وهكذا حتى نصل فى النهاية إلى تحرك العربة الأخيرة ؛ فكان الحركة التى تعطىها القاطرة للعربة الأولى تنقل إذن من القاطرة إلى العربة . وكذلك الحال هنا فى حالة الاستقراء الرياضى فكان ما ينطبق على العدد الأول فى صلتها بما يتلوها ينطبق على هذا العدد الأول فى صلتها بالعدد الأخير ، هذا إذا افترضنا الأعداد متناهية . أما إذا افترضت لامتناهية فيجب أن نبحث عن مبدأ آخر هو ذلك الذى قال به كنتور Cantor فى فكرة اللامتناهيات أو ما بعد المتناهى .

١٨ - الترتيب :

فكرة الترتيب من الأفكار الرئيسية فى كل الرياضيات ، إذ تقوم كلها فيما عدا بعض أحوال قليلة على أساس هذه الفكرة . وليس الأمر مقصوراً على الأعداد الصحيحة بل وأيضاً ينطبق على الأعداد الكسرية والأعداد السالبة والأعداد المتخيلة فى بعض الأحوال . كما يلاحظ أن هذه الفكرة تلعب أخطر دور كذلك فى الكميات المتصلة ، فالنقط فى ترتيبها بعضها إلى بعض فى المستوى لا بد أن تخضع لترتيب خاص ووفقاً لهذا الترتيب تقوم وظيفتها . وكذلك المستقيمات المقاطعة فى نقطة ما ، لا بد أن تخضع أيضاً لترتيب ، والترتيب فكرة اعتبارية خالصة ، أى ليس هناك ترتيب يجب أن يؤخذ دون أى ترتيب آخر ، إنما الأمر يتوقف على وجهة نظر الشخص المرتب لا على

الأشياء المترتبة في ذاتها . فإذا نظرنا مثلاً في الأعداد الطبيعية وجدنا أن من الممكن أن ترتب على أساس صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ . . الخ أو على أساس البدء بالأعداد الفردية ، ثم تتلوها بالأعداد الزوجية ؛ أو البدء بعدد زوجي ثم بالأعداد الفردية التي هي مضاعف العدد ٣ مرات وهكذا باستمرار . . . وكذلك الحال في تحديد النقط في المستوى : قد تكون النقطة متحدة بإحداثيات قوامها أعداد صحيحة أو تكون محددة بإحداثيات ذات قيم كسرية ، وأحياناً بإحداثيات قوامها كميات صماء . . إلى آخره . فالأمر إذن أمر وجهة النظر التي ننظر من خلالها إلى الترتيب وليس الأمر إذن متعلقاً بالأشياء المترتبة في ذاتها .

ولتحديد خاصة الترتيب لا بد لنا أن نراعى صفات معينة ، وهذه الصفات يمكن أن تستنتج من النظر في الإضافة « سابق وتال » . فإذا نظرنا في هذه الإضافة وجدنا أنها تتصف بالصفات الثلاث التالية :

١ — أنه إذا كانت a سابقة على b ، فلا يمكن أن تكون b سابقة على a وكذلك إذا قلنا مثلاً : a أكبر من b — فلا يمكن أن تكون أيضاً b أكبر من a .

ولكن ثمة أحوالاً ترد فيها الإضافة على نفسها ، ففي حالة الأخ مثلاً : إذا كان a أخاً لـ b ، فإن b أخ لـ a . فالخلاصة تسمى لاتماثلية في الحالة الأولى ، وفي حالة الأخ تعتبر تماثلية .

٢ — وإذا كانت a سابقة على b ، b سابقة على c ، فإن a سابقة على c . وكذلك الحال إذا قلنا a أكبر من ... إلى آخر هذه الإضافات التي إذا انتقلت من a إلى b ومن b إلى c انتقلت أيضاً من a إلى c . وهذه الإضافة هي الإضافة التمددية .

٣ — ثالثاً : لا بد أن يكون أحد العددين سابقاً والآخر تالياً ، في هذه الإضافة . وكذلك الحال إذا ما أخذنا أى عددين فلا بد أن يكون أحدهما أكبر من الآخر . هذا في حالة الأعداد الحقيقية ، أما في حالة الكيات التخيلية المركبة فليست الحال كذلك . وإذا نظرنا في لحظات الزمن فلا بد أن تكون إحدى اللحظات أكثر بكوراً من لحظة أخرى ، ولكن بالنسبة إلى حادثين قد يكونان في حالة معية *simultanéité* ، فإذا كانت الإضافة تقتضى أن يكون أحدهما بالضرورة سابقاً والآخر لاحقاً سميت في هذه الحالة مرتبطة . فهذه الخواص الثلاثة هي التي إذا توافرت كونت تركيباً مرتباً ، وكل ترتيب لا بد بالتالى أن يكون متصفاً بهذه الخواص الثلاث . فإذا أخذنا مثلاً سلسلة الأعداد الطبيعية ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ . الخ ونظرنا في الإضافة « أقل من » وجدنا أنها تتصف بهذه الخواص الثلاث : فهي أولاً لامعالية لأنه إذا كانت ١ أقل من ٢ ، فإن ٢ ليست أقل من ١ ، وهي ثانياً متعدية لأنه إذا كانت ١ أقل من ٢ ، و ٢ أقل من ٣ ، فإن ١ أقل من ٣ ، وهي ثالثاً مرتبطة فأحدهما أكبر من الثانى في أى زوج أخذناه منهما .

١٩ — أنواع الأعداد :

انتهينا فيما تقدم إلى تعريف العدد ثم تعريف التالى ثم تعريف الترتيب ، ولكننا لم نتوسع بعد في معنى العدد بل اقتصرنا تقريباً في كل نظرنا على العدد الطبيعي . فعلياً الآن أن ننظر نظرة إجمالية عامة في كيفية تعريف بقية امتدادات فكرة العدد وهي : الأعداد السالبة والموجبة ، ثم الأعداد الكسرية ، ثم الكيات الصماء *irrationnelle* ثم الكيات التخيلية المركبة .

وحتى عهد رسل وفريجه لم تكن هذه الامتدادات قد حلت تحليلاً دقيقاً

بل أخطأ الباحثون في تحليل معناها لأنهم ظنوا أنها ليست سوى أنواع داخلية تحت جنس واحد، ويمكن رد بعضها إلى بعض في نهاية الأمر، فقاتلوا عن العدد الموجب إنه ليس شيئاً آخر غير العدد الذى بغير علامة فمثلاً العدد $+١$ هو بعينه العدد -١ . وقالوا عن الكسور إذا كان المقام فيها العدد ١ إنها هى بعينها الأعداد الصحيحة المكونة للبسوط، فمثلاً $\frac{٣}{٤}$ هى بعينها ٥ . والأعداد أو الكميات الصماء هى الكميات الجذرية أو المنطقية rationnelle وذلك لأن العدد الأصم ولكن $\sqrt{٣٧}$ هو بعينه كسرين كسرين أحدهما أكبر منه والآخر أصغر منه. ولتأخذ مثلاً النسبة التقريبية ٣١٤١٥٩ فهذا العدد الأصم هو عبارة عن عدد كسرى أصغر من ٣١٤١٦ وأكبر من ٣١٤١٥.

وعلى هذا جعلت الأعداد الصماء نوعاً يدخل ضمن الأعداد الكسرية وبالتالي الأعداد الصحيحة. وتكون من مجموع هذه الأعداد كلها : الصحيحة والموجبة والسالبة والكسرية والصماء ما يسمى بمجموع الأعداد الحقيقية real numbers وذلك فى مقابل النوع الآخر من الأعداد وهو الأعداد التخيلية المركبة. والأعداد التخيلية المركبة هى عبارة عن عدد تخيلى مع عدد حقيقى، والعدد التخيلى هو عبارة عن جذر أى عدد سالب. ونشرح هذا قليلاً فنقول : إن جذر العدد السالب وليكن جذر -١ هذا هو ما نسميه باسم المقدار التخيلى ومعنى هذا أن $\sqrt{-١} \times \sqrt{-١} = ١$ وعلى هذا فإن $\sqrt{-١}$ $\times \sqrt{-١} = ١$. وفى استطاعتنا بعد هذا أن نحدد مقدار $\sqrt{-١}$ بواسطة جذر $\sqrt{-١}$ لأن المراد فى النهاية الوصول إلى $\sqrt{-١}$ بوصفه الوحدة التخيلية.

فإن الوحدة ستكون جذر - ١ (١ - ٧) ولترمز لها بالحرف ت

فإذا بحثنا بعد هذا في قوى الوحدة التخيلية وجدناها :

$$ت^٢ = -١ \quad ت^٣ = -ت$$

$$ت^٤ = +١$$

$$ت^٥ = +ت$$

$$ت^٦ = -١$$

$$ت^٧ = -ت \quad ت^٨ = +١$$

وتستمر العملية على التوالي في دورات رباعية . والأعداد التخيلية المركبة هي التي يكون فيها جزء حقيقي وجزء تخيلي مثل ١ + ت ، وتسمى الكيتان التخيليتان المركبتان اللتان لا تفرقان إلا بواسطة العلامة السابقة على الجزء التخيلي بأنهما كيتان مترافقتان conjugate ولجمع وضرب الكميات التخيلية المركبة المترافقة سنصل إلى كميات حقيقية . فمثلا إذا جمعنا :

$$١ + ت + ت + ت - ١ = ت + ت = ٢ت \quad (\text{وهو عدد حقيقي})$$

وكذلك إذا ضربنا الكيتين فأصبحنا

$$١ + ت + ت \times ت - ١ = ت + ت - ١ = ٢ت - ١$$

$$= ٢(١ - ت) \quad \text{وهذه كمية حقيقية}$$

والقسمة تم كما يلي — وتستعمل دائماً في تحويل كسر مقامه تخيلي إلى كسر آخر مقامه حقيقي وذلك يتم بضرب البسط والمقام في مرافق المقام : —

$$\frac{١(١ - ت) - ٢(٢ - ت)}{٢ + ٢} = \frac{١ - ت - ٤ + ٢ت}{٤} = \frac{٣ - ٣ت}{٤} = \frac{٣(١ - ت)}{٤}$$

$$\frac{2}{2} \frac{4-3+8-6}{16-12-12+9} = \frac{(4-3)(4+3)}{(4-3)(4+3)} = \frac{4+3}{4+3}$$

$$\frac{4+5+6}{16+9} = \frac{2}{2} \frac{4-5-6}{16-9} =$$

$$\frac{4-2}{0} = \frac{5-10}{20} =$$

فن التعريف $1- = \sqrt{1-} \times \sqrt{1-}$

وبضرب كلا الطرفين في $(\sqrt{1-} \sqrt{1-})$ إذن يفتح

$$1 \times 1- = \sqrt{1-} \times \sqrt{1-} \times \sqrt{1-} \times \sqrt{1-}$$

$$1- = (\sqrt{1-} \times \sqrt{1-})^2$$

$$\sqrt{1-} \times \sqrt{1-} = 1- \text{ إذن}$$

ونستطيع بعد هذا — وفقاً لما وصلنا إليه من تحديدات حتى الآن لمعنى العدد والإضافات وخواص الإضافات — أن نعرف هذه الأنواع من الامتداد للعدد تعريفات دقيقة وفقاً لفكرة الإضافة وخواص الإضافة خصوصاً فكرة التضاد المشترك، ولنبدأ بالأعداد السالبة والموجبة فنقول: إننا لو فرضنا عددين أحدهما موجب والآخر السالب وليكن الواحد + ١ والآخر - ١ فنوضح أولاً أن مجال أحدهما معكوس مجال الآخر، ومن الواضح ثانياً أن العدد + ١ هو الإضافة للوجود بين ع + ١ ك ع، مع افتراضنا أن ع أى عدد، وأن العدد - ١ هو الإضافة للوجود بين ع ك ع + ١، وبتعمينا لهذه القاعدة فإننا نستطيع أن نقول أننا لو أخذنا + م فإنه يعرف بأنه الإضافة القائمة بين

ع + م ك ع وأن — م هي الإضافة القائمة بين ع ك ع — م . والشاهد في هذه الإضافة أنها متصفة بصفة التضايغ المشترك على أساس الواحد والواحد ، لأنها نسبة ثابتة قائمة دائماً بين ع + م ك ع ، أو في حالة السلب بين ع و ع + م . وفي هذا كله يشاهد أن + م أو — م تدل على إضافة ولا تدل على عدد مفرد قائم بذاته ، ومن هنا الاختلاف بين + م ك م أو + م ك ١ إلى آخره . فالواقع أن عة فارقاً كبيراً بين + م و م وهذا ظاهر من كون الأول إضافة والثاني ليس بإضافة .

٢٠ — ولنبعث بعد هذا في الأعداد الكسرية وهي تكون طائفة أكبر أهمية من الناحية المنطقية من طائفة الأعداد السالبة والموجبة وقد بحثها خصوصاً من ناحية المقياس هو يتهد في كتاب "*Principia Mathematica*" ولكن رسل يحاول أن يعرفها من ناحية ما هي عليه لامن ناحية وتطبيقها الأصلية في المقياس لأن الأصل في استخدام الكسور هو استخدامها في المقياس ، ولتعريفها — ونفرض الكسر $\frac{r}{s}$ — قول إن الكسر هو الإضافة الموجودة بين س و ص بحيث تكون م ص = م س . ولو نظرنا في هذه الإضافة وجدنا أنها إضافة ثابتة متضايغة مشتركة من نوع الواحد والواحد ؛ هذا بشرط ألا تكون س أو ص العدد صفر ، وفيما عدا هذا كما سيتبين بعد قليل نجد دائماً أن الكسر $\frac{r}{s}$ هو الإضافة الموجودة بين س ، ص بحيث تكون م ص = م س . فإذا نظرنا بعد هذا في الكسور التي يكون للقام فيها العدد ١ فإننا سنجد أن الكسر وليكن $\frac{r}{1}$ هو الإضافة الموجودة بين س و ص بحيث تكون م ص = م س أو العكس س = م ص . ومن الواضح أن هذه الإضافة متضايغة مشتركة وأنها من نوع الواحد والواحد لأن القيم هنا متعينة أو معلومة ، بينما العدد م فقط

لا يعبر عن أية إضافة بل هو عدد مفرد ، فليس بصحيح إذن أن الكسور التي تكون مقاماتها الوحدة هي بعينها البسوط .

أما إذا كان الكسر بسطه صفر على صورة $\frac{\text{صفر}}{\text{م}}$ فإنه يعبر عن إضافة وهذه الإضافة قيمتها صفر ، ولكن هذا الصفر ليس هو الصفر الجذ الأعلى للأعداد إنما يعبر عن نسبة لو أخرجنا مقدارها لأتجت صفراً ، وهذه الإضافة في هذه الحالة إضافة ثابتة متضايقة مشتركة ولكنها من نوع الواحد والكثير one-many . أما إذا جعلنا الصفر هو المقام على الصورة $\frac{\text{صفر}}{\text{صفر}}$ فإن لدينا هنا نسبة لا يمكن أن يعبر عنها بأى عدد متناه ولتلك تسمى باللانهاية ويرمز إليها هكذا ∞ وهنا يلاحظ أن اللانتهى هنا هو اللانتهى المستخدم عادة في التقيم الرياضية وقيمه ضئيلة جداً حتى أن من الممكن استبعاده — بخلاف اللانتهى الكنتورى فهذا على أخطر درجة من الأهمية في الرياضيات ولولا ضيق المقام لتحدثنا عنه . ومن المشاهد جلياً أن الكسر في هذه الحالة يعبر عن إضافة ثابتة مشتركة من نوع الكثير والواحد . ولو نظرنا بعد هذا في قيمة الكسور من حيث الكبر والصغر فإننا سنجد أننا أيضاً بإزاء إضافات ولكنها إضافات لا يمكن أن نجد بينها تتالياً مباشراً ، فإذا أخذنا مثلاً $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ بحيث يكون الكسر $\frac{1}{2}$ أقل من الكسر $\frac{1}{3}$ فإننا سنجد دائماً أنه لا بد من وجود كسور متوسطة بين أى كسرين أخذتهما مهما كان من قرب تساويهما بحيث لا يمكن الفراغ من النسبة القائمة بينهما . والدليل على ذلك أن $\frac{v+1}{v+2}$ هو أكبر من $\frac{1}{v}$ وأقل من $\frac{1}{v-1}$. وهذا ما يسمى باللانتهى وفقاً لما هو معروف في اللانتهى العادى غير الكنتورى باسم بديهية اللانتهى . وتسمى السلسلة التي من هذا النوع باسم السلسلة المكتظة compact أى التي يوجد بينها دائماً وإلى ما لانهاية

كسور أياً ما كانت هذه الكسور ومهما اقترب التساوى بين كسور كسر آخر .
 ٢١ — وهنا نصل إلى القسم الثالث الذى هو أطرف هذه الأنواع وهو
 الأعداد الصماء . وقد اكتشفت أولاً عن طريق الهندسة حينما بحث فيثاغورس فى
 قطر المربع لكى يقيسه فوجد أن هذا القطر يتحدى فى قياسه أحياناً كل الحساب
 وذلك حينما يكون الضلع مساوياً للوحدة . فإن القطر فى هذا الحالة يساوى $\sqrt{2}$ ،
 ولا نستطيع أن نستخرج كسراً أياً كان يسبر عن $\sqrt{2}$ ومن هنا سعى بالمدد
 الأصم . وقد برهن على استحالة وجود هذا الكسر إقليدس فى المقالة الثالثة
 عشرة من كتاب أصول الهندسة ، القضية رقم ١١٧ والبرهان واضح بسيط
 ولذا يجب أن نعرضه .

البرهان : لنفرض أن جذر العدد ٢ هو $\frac{r}{s}$ ، فإننا سنجد أن $\frac{r^2}{s^2} = 2$

$$\text{إذن } r^2 = 2s^2$$

∴ r^2 عدد زوجى

∴ r عدد زوجى لأن مربع أى عدد فردى يجب أن يكون فردياً كذلك .

∴ r^2 تقبل القسمة على ٤ لأننا لو فرضنا أن s نصف r

فإن r يساوى $2s$ ، إذن $r^2 = 4s^2$ ، إذن $2s^2 = 4s^2$ ∴ $s^2 = 2s^2$

إذن $s^2 = 2s^2$ ∴ $s^2 = 2$ إذن $\frac{r^2}{s^2} = 2$ ∴ $\frac{r}{s} = \sqrt{2}$ فكان

$\frac{r}{s}$ ستكون إذن الجذر التربيعى للعدد ٢

وبالمثل نستطيع بالاستمرار فى البرهان أن نقرض أن $r = 2s$ إذن $r^2 = 4s^2$

$$\text{∴ } r^2 = 4s^2$$

∴ $r^2 = 4s^2$ ∴ $r^2 = 4s^2$ ∴ $r^2 = 4s^2$ ∴ $r^2 = 4s^2$

وفي كل هذه الأحوال نجد دائماً أننا مهما قسمنا البسط أو المقام على ٢ فإننا سنستمر خلال سلسلة لا تنتهى من الأعداد التى تنقسم على ٢ ولكن هذا مستحيل لأن أى عدد زوجى يقسم على ٢ ، لابد بعد عدد متناه من العمليات أن يفضى إلى عدد فردى . إذن لا وجود لمثل هذا الكسر ، إذن لا يمكن أن يوجد مقدار مشترك هو $\frac{1}{2}$ ، إذن لا يوجد جذر للمعدد ٢ .

ويقدم إقليدس برهاناً آخر أبسط من هذا بأن يقول : لنفرض أن الكيتين المشتركين هما ١ و ١ : ب : ١ الضلع ، ب القطر . فلنرد هاتين الكيتين إلى أدنى قيمهما ، وذلك بالإتيان بالقاسم المشترك الأعظم وقسمته على كل من المدين فنصل حينئذ إلى عددين أحدهما أولى بالنسبة إلى الآخر ، أى إذا كان أحدهما فرداً فالآخر زوج والعكس بالعكس .

البرهان : (تبعاً لنظرية ٢٩) $٢ \mid ٢ = ٢$

∴ $٢ \mid ٢ = ٢$ عدد زوجى

$٢ \mid ٢ = ٢$ عدد زوجى

ولكن لابد أن تكون ١ فى هذه الحالة — مادامت ٢ عدداً زوجياً — عدداً فردياً . ولما كانت ٢ عدداً زوجياً فيمكن أن يرمز إليها بالرمز ٢ ع . وعلى هذا فإن :

$$(٢ ع) \mid ٢ = ٢ \quad \therefore \quad \frac{(٢ ع)}{٢} = ٢ \quad \therefore \quad ٢ ع = ٢$$

∴ $٢ \mid ٢ = ٢$ عدد زوجى . إذن ١ عدد زوجى .

ولكننا قلنا من قبل إنه عدد فردى — وهذا خلف ، إذن الفرض الأصلى غير صحيح وهو أن تكون ١ ٢ مشتركيتين ، إذن هما غير مشتركيتين ،

وقد ظهر هذا البرهان وهذه النتيجة وكأنهما تحمداً من الطبيعة للرياضيات بإثباتها أنه ليس من الممكن رد كل شيء إلى تعبير بصفة أو بدلالة الواحد ، وكانت المسألة قد نشأت في البدء عن اعتبارات هندسية من حيث إيجاد قطر للربع الذى يكون ضلع الربع فيه يساوى الوحدة ، ولكنها امتدت في العصور الحديثة إلى الجبر فأصبحت جزءاً من التحليل . فلكي يمكن استخراج $\sqrt{2}$ علينا أن نفترض في هذه الحالة أن ثمة مجموعة من النسب يكون مربعها أقل من ٢ وإذا أخذنا أى مقدار ليكون الفارق بين العدد ٢ وآخر مربع كسر نصل اليه مما يكون لا يزال أقل ٢ وليكن هذا المقدار مثلاً واحد على ترليون — فإنه لا بد أن يستمر هذا الفارق موجوداً باستمرار . كما أننا إذا أتينا بكسور بطريقة تنازلية لكي نصل إلى جنر العدد ٢ فإن الحد الأدنى لمربع هذه الجنور سيكون دائماً أكبر من العدد ٢ ، وهكذا لو أننا أحطنا جنر العدد ٢ بمجل يدور حواليه فإننا لن نصل إطلاقاً إلى تحديد هذا المقدار وهو $\sqrt{2}$.

ومن هنا نستطيع أن نمثل هذه الحالة بوجود سلسلتين : إحداهما تصاعدية مهما علونا فيها فلن يزيد مربع آخر كسورها عن العدد ٢ كما أن ثمة سلسلة أخرى تنازلية لن يقل الأدنى من كسورها عن العدد ٢ . ومن هنا قسم Dedekind الأحوال الممكنة في هذه النقطة أى نقطة جنر ٢ أو ما يشابهها بأن سمي هذه النقطة باسم الشق ، وسمى فيما بعد باسم الشق الديديكندى . ويمكن أن تكون له أحوال أربع :

١ — أن يكون للكمية العليا حد أدنى ، وأن يكون للكمية الدنيا حد أعلى ؛ وهذا لا يتيسر إلا بالنسبة للأعداد للترتبة أى الأعداد الطبيعية في ترتيبها الطبيعي : فمثلاً بالنسبة إلى العدد ٥ في ترتيب الأعداد الطبيعية ستكون هي بعينها الحد الأدنى للسلسلة العليا ، وستكون هي الحد الأعلى بالنسبة إلى السلسلة الدنيا .

٢ — أن لا يكون للعليا حد أدنى ، ويكون للدنيا حد أعلى .

٣ — أن يكون للعليا حد أدنى ، ولا يكون للدنيا حد أعلى .

٤ — أن لا يكون للدنيا حد أعلى ، ولا للعليا حد أدنى ، وهذه الحالة الأخيرة هي الخاصة بالأعداد الصماء . ويمكن أن نسمى السلسلة الدنيا باسم « القطاع » *segment* فإذا كان له حد كان ذلك عدداً حقيقياً ، وإن لم يكن له حد كان ذلك عدداً أصم . ومن هنا نستطيع أن نعرف الأعداد الحقيقية والأعداد الحقيقية الصماء والأعداد الجزئية كالتالي :

العدد الحقيقي هو للكون من قطاع لسلسلة من الكسور ترتب وفقاً للقدار .

والعدد الحقيقي الأصم هو القطاع الذي لا يكون له حد .

والعدد الحقيقي الجزئي هو للكون من القطاع الذي يكون له حد .

وهنا نصل أخيراً إلى الأعداد التخيلية فنجد أن الأصل في إيجادها هو حل المعادلات . فنحن نريد أن يكون في وسعنا أن نستخرج جذرين للمعادلات التي من الدرجة الثانية ، وثلاثة جذور للمعادلات التي من الدرجة الثالثة وهكذا ... ولكننا إذا اقتصرننا على الأعداد الحقيقية لم نستطع . فمثلاً المعادلة $x^2 + 1 = 0$ صفر ، لا نجد لها أي جذر هو عدد حقيقي . $x^2 + 1 = 0$ صفر = صفر $x^2 - 1 = 0$. $x^2 - 1 = 0$ صفر = صفر $x^2 - 1 = 0$.

... $x^2 - 1 = 0$. و $x^2 - 1 = 0$ عدد تخيلي وليس عدداً حقيقياً . وكذلك إذا أخذنا المعادلة الآتية من الدرجة الثالثة $x^3 - 1 = 0$ صفر فإن هذه ليس لها غير جذر واحد .

$$س^2 = صفر + ١ \quad \therefore \quad س^2 = ١ \quad \therefore \quad س = ١$$

فاستخرج الجذرين الباقيين لن يتم إلا باستخراج الأعداد التخيلية .

ونستطيع أن نعرف وفقاً لما قلناه العدد التخيلي بأنه هو زوج مرتب من الأعداد الحقيقية . فيتصف إذن بالخواص التالية : أنه مكون من عددين حقيقيين . وثانياً : أن أحد العددين لابد أن يسبق الآخر بالضرورة لأن الزوج مرتب . وأنه لكي يكون أى عددين تخيليين متساويين فيجب أن يكون العدد الحقيقي في القسم الأول هو بعينه العدد الحقيقي في القسم الأول من الكمية الثانية وأن يكون العدد الحقيقي في القسم الثانى هو بعينه العدد الحقيقي في القسم الثانى من الكمية الأخرى ويمكن تمثيل الأعداد التخيلية بواسطة الهندسة ، كما بين هذا كلرورد في كتابه *Common sense of the exact sciences* .

٢٢ — وبهذا كله نكون قد بينا النظرية الجديدة لفلسفة الرياضيات وطريقة البرهنة فيها . ويلاحظ عليها ما على : أولاً أن الرياضيات تقوم كلها على أساس طاقة قليلة من الأفكار الأولية والمبادئ البسيطة التي تفترض افتراضاً بوصفها تعريفات . ثانياً أن الرياضيات في تكوينها لا تخضع لأى شيء آخر غير العمليات المنطقية وليست الرياضة في الواقع غير نماء لمنطق سابق . ثالثاً أن الاستدلال يتم في هذه الحالة وفقاً لما في التعريف ولا يخرج عنه إطلاقاً ، وبعبارة أخرى أن هاهنا تحصيل حاصل مستمر وليس ثمة أية جلبة والأمر متوقف على المفترضا ت هو توضع دائماً في صيغة الشرط : إذا كان كذا كان كذا ، ومادامت الرياضيات تقوم في مقدماتها على قضايا شرطية فالرياضيات كلها شرطية تخيلية مجردة لا صلة لها بالحقيقة الواقعية يمكن أن تنطبق أو لا تنطبق في العالم الخارجى وستكون كل منطق سواء بسواء وليس ثمة من فارق بين المنطق والرياضة اللهم إلا في أن الرياضة تطور للمنطق ،

فالمنطق هو الرياضة في دور الطفولة ، والرياضة هي المنطق في دور الرجولة — على حد تعبير رسل .

وبهذا تكون النظرية الجديدة قد قضت على كل هذه التخربات التي قال بها الفلاسفة والرياضيون أن البرهان الرياضى يقوم على الجِدَّة وأن فيه تركيباً باستمرار وانتقالاً من بسيط إلى مركب وأنه يقوم على أساس ما يسميه كَنتُت باسم القضايا التركيبية القبلية : فلا وجود للقبلية هنا إلا إذا اعتبرناها افتراضاً ذهنياً كما أنه لا وجود للتركيب لأن المسألة مسألة استدلال يجرى في نطاق ما هو وارد في المبادئ أو الفترضات أو المصادر ولا يخرج عنه . وهو إذن تحصيل حاصل مطلق ولا معنى بعد لأن نضيف إلى الرياضة والاستدلال الرياضى هذا السر للوهوم للتركيب فيما زعمه هؤلاء الفلاسفة والرياضيون .

ورسل في هذا يقول إنه يعود إلى لينتس ولكنه في الواقع يخرج عن هذه التقاليد الرياضية أو الفلسفية وينتهى بالرياضة إلى جعلها جزءاً من المنطق وإلى جعل المنطق جزءاً من الرياضة . قد درأينا خلال هذا البحث أننا قد استطعنا أن نحدد كل الأعداد وصفاً للأفكار الأولية التي عرفناها مع ذلك على أساس منطقي بالنظر إلى الخواص المنطقية للاضافات ، فكأن الأساس في كل النظام الرياضى هو الخواص الصورية للاضافات ، وعلى ذلك تنحل الرياضة في النهاية إلى أن تكون نوعاً من المنطق أو نحواً منه .

المنهج الاستدلالي

١ — معنى الاستدلال :

الاستدلال هو البرهان الذي يبدأ من قضايا يسلّم بها ، ويسير إلى قضايا أخرى تنتج عنها بالضرورة ، دون التجاء إلى التجربة ؛ وهذا السير إما بواسطة القول أو بواسطة الحساب . فالرياضي الذي يجري عمليات حسابية دون إجراء تجارب ، يقوم بعملية استدلال . ولا يقتصر استعماله على الرياضيات بل نجده في كل فرع من فروع العلم ، كما نثر به في الحياة العملية . فالتقاضى الذي يستدل اعتماداً على مآلديه من وثائق ، والمضارب الذي يستدل وفقاً للمروض والمطلوب من الأوراق المالية يقوم كلاهما بنفس العملية التي يقوم بها الرياضي وهو يحسب أو يستنتج نظريات هندسية .

وخليق بنا أن نفرّق بين الاستدلال كعملية منطقية ، والاستدلال كسلوك منهجي لتحصيل الحقيقة . فالاستدلال كعملية منطقية أولية هو كل برهان دقيق مثل القياس أو الحساب الخ . أما الاستدلال كمنهج فهو السلوك العام المستخد في العلوم ، والرياضة منها خصوصاً ، وهو عبارة عن التسلسل المنطقي المنتقل من مبادئ أو قضايا أولية إلى قضايا أخرى تستخلص منها بالضرورة ، دون التجاء إلى التجربة . وذلك في مقابل المنهج الاستقرائي أو التجريبي القائم على الملاحظة والتجربة .

والطابع المميز الرئيسي في كل استدلال هو الدقة^(١) . وعدم الدقة يحدث في الأحوال التالية .

(١) راجع كلود شفالير « الدقة والمنهج البشري » ، في ، مباحث فلسفية ، ج ٢

س ٢٥٧ — س ٢٦١ .

Jacques Chevalley : "Rigueur et méthode axiomatique", in, Rech. philosophiques, t. II.

- ١ — حينما يدخل المرء في البرهان قضية ، وإن كانت تظهر له بينة ، فإنها ليست نتيجة برهنة سابقة ، من غير أن يشير إلى ذلك صراحة ؛
- ٢ — أو حينما يدخل موضوعاً لم يثبت من قبل وجوده ؛
- ٣ — أو حينما ينفل تحديد لفظ مستخدم في البرهنة أو في النتيجة .

فلكى تتوافر للاستدلال صفة الدقة لا بد إذن من أن نحتاط فلا ندخل في البرهان قضايا أو تصورات لا يمكن تبريرها إلا بواسطة التجربة . حقاً إن للمرء الحق في أن يأتي بقضايا جديدة ، في داخل البرهنة ، ولكن بشرط أن يشير إلى ذلك صراحة ، كما له أن يدخل أفكاراً جديدة ، ولكن على أن يمددها بالدقة ويبين المعنى الذي يريد أن يفهمها به .

كما يجب أن نفرق من ناحية أخرى بين الاستدلال والبرهنة . فالاستدلال عملية منطقية فيها ننقل من قضايا منظوراً إليها في ذاتها (بصرف النظر عن صدقها أو كذبها) إلى قضايا أخرى ناتجة عنها بالضرورة ووهنا قواعد منطقية خالصة ؛ أما البرهنة démonstration فأخص من الاستدلال ، إذ هي استدلال يراعى فيه التسليم بصدق المقدمات ، وبالتالي يرى إلى إثبات صحة النتيجة . فالاستدلال إذن لا يحدثننا عن صدق النتائج ، وإنما عن صدورهما ضرورة عن مقدمات معلومة ؛ أما البرهنة فتخبرنا بصدق ما نصل إليه من نتائج لأنها تقوم على التسليم بصدق المقدمات .

٢ — النظام الاستدلالي :

ونحن لو نظرنا في أى استدلال ، لوجدناه يبدأ من قضايا ويسير منها إلى أخرى تنتج عنها ضرورة . وقد تكون القضايا الأولى مستنتجة من قضايا سابقة

عليها في داخل هذا العلم الواحد الذي تنتسب إليه تلك القضايا ، ولكن هذا الاستنتاج لا يستمر في داخل ذلك العلم الواحد للمعين على الأقل ، إلى غير نهاية . بل لابد من التوقف عند قضايا لا يبرهن عليها ، أو غير قابلة للبرهنة عليها في هذا العلم . ولهذا تسمى بالقضايا الأولية . ومثلها التصورات الأولية التي لا تقبل أن تعرف ، على الأقل في هذا العلم . ومن هذه القضايا الأولية والتصورات الأولية التي تسمى للمبادئ يستنتج الإنسان باستمرار قضايا أو تصورات أخرى استنتاجاً ضرورياً ، وفقاً لقواعد المنطق وحده ، وهذه القضايا المستنتجة تسمى النظريات *théorèmes* . فكأن الاستدلال يكون إذن نظاماً *systeme* من المبادئ والنظريات ، هو ما يعرف باسم النظام الاستدلالي .

فالنظام الاستدلالي أو النظرية الاستدلالية كما يقول لوى روجيه^(١) « تقوم على أساس الابتداء من عدد ضئيل من الموضوعات غير القابلة للتحديد ، والقضايا غير القابلة للبرهنة ، من أجل تركيب موضوعات جديدة موجودة منطقياً ، بواسطة العمليات المنطقية وحدها ؛ ومن أجل استنتاج قضايا جديدة صادقة بالضرورة ، وفقاً لقواعد الحساب للمنطق وحدها ، على فرض أن الموضوعات الأولية والقضايا الأولية ليست متناقضة » .

« وتبناً لهذا التعريف ، تتكون كل نظرية استدلالية من عملية رد مزدوجة : زد التصورات بعضها إلى بعض بواسطة التعريف ، ورد القضايا بعضها إلى بعض بواسطة البرهنة . وتعريف التصور معناه رده ، بواسطة عمليات المنطق وحدها ، إلى مزيج من تصورات أكثر بساطة ؛ أما البرهنة على قضية ، فمعناها ردها ،

(١) لوى روجيه : تركيب النظريات الاستدلالية ، باريس سنة ١٩٢١ ، ص ٦٣ :
Louis Rougier : *La Structure des théories déductives* .

بواسطة تضمنات بسيطة وإنايات ممكنة تسمح بها قواعد الحساب المنطقي ، إلى مزيج صوري من قضايا أخرى ، يسلم بصحتها أو برهن عليها من قبل . وعلمية الرد المزيج هذه لا يمكن أن تنابع إلى غير نهاية ؛ بل لا مناص من الوقوف عند عدد ضئيل من التصورات غير القابلة للتحديد ، يمكن أن نرد إليها كل التصورات الأخرى ، بواسطة تعريفات لفظية ، وعند عدد قليل من القضايا غير القابلة للبرهنة يمكن أن نرد إليها كل القضايا الأخرى ، بواسطة البرهينات .

٣ — والنظام الاستدلالي ليس نظاماً مطلقاً ، أى ضرورى اليقين ، بل إنه يتصف بثلاث صفات حددها روجيه بوضوح (ص ٦٥ وما يليها) هى : أنه اصطلاحى ؛ وأنه غير معين ؛ وأنه ، مع ذلك ، غير اعتباطى :

(١) فهو أولاً اصطلاحى بمعنى أن كلمة « غير قابل للحد » ، « وغير قابل للبرهنة » ، فى إطلاقتها على التصورات والقضايا الأولية ، يجب أن لا يفهما بمعنى مطلق ، أعنى بمعنى أنه ليس من الممكن إطلاقاً تعريف هذه التصورات ولا البرهنة على تلك القضايا . وإنما تتصف التصورات الأولية والقضايا الأولية بهاتين الصفتين بالنسبة إلى نظام من التعريفات والبرهينات معين ، حتى إنه من الممكن أن يبرهن على هذه القضايا وأن تعرف تلك التصورات بالنسبة إلى نظام آخر . فإذا أخذنا مثلاً هندسة إقليدس ، فإننا نجد من الممكن استخدام أنواع لا حصر لها من نظم التصورات والقضايا الأولية ، وكلها متساوية القيمة . فيانو Peano يتخذ كتصورات أولية لهذه الهندسة النقطة والقطعة ؛ وبيرى Pieri يتخذ النقطة والحركة ؛ وفيلن Veblen ، النقطة والترتيب ؛ وبادوا Padua النقطة ، والبعد بين نقطتين ؛ وهيلبرت Hilbert النقطة ، والمستقيم ، والمستوى ، وواقع على ، وواقع بين ، وموازل . وواقعاً لا اختلاف هذه التصورات الأولية ، تختلف القضايا الأولية فى كل حالة .

فكل نظام من هذه الأنظمة مساو في القيمة للآخر ، بمعنى أن من الممكن أن يستنتج منه نفس المجموع من القضايا ؛ والأمر يتوقف إذن على النتائج التي يصل إليها المرء ابتداء من التصورات والقضايا الأولية التي فرضها . ولا معنى بعد للتحديث عن علم القابلية المطلقة للبرهنة على أية قضية أولية أو للتعريف لأي تصور أو كلى ، بل تتوقف هاتان الصفتان على نظام الإشارة ؛ كما هي الحال تماماً في الحديث عن السكون والحركة بالنسبة إلى جسم ما ، فإن هذا لا معنى له إلا بالنسبة إلى نظام من الإحداثيات يشار إليه . وعلى هذا فلا معنى مطلقاً للتساؤل عن إمكان البرهنة على مصادرة إقليدس مثلاً ، إلا إذا كان ذلك بالنسبة إلى بقية المصادر الإقليدية . وهذا يفسر عبث المناقشات التي قام بها أهل الهندسة ابتداء من أربقلس حول إمكان البرهنة على تلك المصادرة . وإنما هذه المصادرة لو أخذت على أنها غير قابلة للبرهنة ، لأدت بنا إلى القول بأن زوايا المثلث مجموعها يساوى قائمتين وأن ثمة مثلثات أو أشكالاً متطابقة . ونحن نستطيع من جهة أخرى ، إذا ابتدأنا من هاتين القضيتين ، أن نبرهن على مصادرة إقليدس .

(ب) والصفة الثانية أن اختيار النظام الاستدلالي غير معين ، بمعنى أننا لا نضيف إلى الأفكار الأولية أى معنى خاص ، عياني ، كيانى ؛ بل يجب أن نعد هذه الأفكار رموزاً غير محددة نجري عليها العمليات التي يسمح بها الحساب المنطقي ، دون نظر إلى ما تمثله مادياً . ولهذا فائدة كبرى في أن مثل هذه الطريقة تسمح باستبعاد كل إهابة بالميان في سلسلة الاستدلالات ، تلك الإهابة التي تنفض إلى أن ندخل سراً مصادرة جديدة مما من شأنه أن ينقص من الدقة ، وأن يحيل الضرورة الاستدلالية إلى بيئة واقعية .

ولعدم التحين هذا فائدة في التعميم . إذ سيكون للنظام الاستدلالي طابع شكلى أو صورى خالص ، فيمكن أن ينطبق على أية مادة أيأ كانت ، مما يسمح

بتفسيره تفسيرات عدة . فيونكاره Poincaré قد استطاع أن يقدم ثلاثة تفسيرات إقليدية لهندسة لوبتشفسكى ، منظوراً إليها من الناحية الصورية الخالصة . وهذا ما جعله يقول : « إن الرياضيين لا يدرسون موضوعات ، بل إضافات ونسباً بين الموضوعات ؛ فلا يعنيهم إذاً أن يستبدلوا بهذه الموضوعات غيرها ، بشرط أن لا تتغير الإضافات . فالمادة لا تعنيهم ، إنما الصورة وحدها هي التي تهتمهم »^(١) .

(ح) ولكن ، على الرغم من أن اختيار نظام استدلالى اصطلاحى وغير معين ، فإنه ليس اعتباطياً ، يجرى كما يهوى المرء ، بل يجب أن يلتزم حدود شرطين ضروريين ، هما : الكفاية والإحكام .

فالنظام الاستدلالى يكون كافياً ، إذا هياً لنا ، لو بدأنا من التصورات والتضايى التى اخترناها أولية ، أن نحدد كل التصورات الأخرى ، ونبرهن على كل القضايا الأخرى فى العلم المعين . ويكون محكماً ، إذا كانت القضايا الأولية متوافقة ، أى لا تؤدى إلى تناقض فيما بعد .

ولكى نتحقق من وجود الإحكام ، لدينا منهجان : الواحد عيانى ، والآخر منطقى . فالمنهج الأول يقوم على المبدأ الذى يقول : « كل ما هو واقى ممكن » ، والواقى هو ما يوجد فى التجربة أو يمكن أن يصور عيانياً . فستطيع مثلاً أن تبرهن على إحكام بديهيات إقليدس بأن تبين أنها تصير قضايا صادقة حينما ننظر إلى النقط ، وأصناف النقط وإضافاتها المكانية كأنها الموضوعات والإضافات المعنية التى تشير إليها .

والمنهج الثانى ، أو المنطقى يقوم على أساس التسليم بإحكام الأفكار والقضايا

(١) هنرى يونكاره : « العلم والقرص » ، ص ٢٢ .

الأولية لنظرية ما ، ثم البحث في إعطاء الرموز غير المحددة لنظرية أخرى ، تفسيراً قائماً على النظرية الأولى . فثلاً إذا سلنا بإحكام المصادرات في الهندسة العادية ، نحاول بعد هذا أن نرد إلى هذه المصادرات قضايا الهندسات اللاإقليدية . وإحكام القضايا الإقليدية يمكن بدوره أن يثبت بواسطة مبادئ التحليل ، بأن تترجم القضايا الهندسية إلى معادلات وذلك باستخدام الإحداثيات ؛ مما يفضى بنا إلى إضافات تحليلية يتوقف عدم تناقضها على عدم تناقض مبادئ الحساب ، وذلك تبعاً لاحتساب الرياضيات . ومبادئ الحساب يمكن بدورها أن تفسر بواسطة المنطق الرياضي ، كما بين ذلك رسل وهو يتهد . وكأن إحكام العلوم الرياضية قد رد إلى إحكام المنطق الرياضي .

تلك هي الخصائص الثلاث الرئيسية التي يجب أن تتوافر في كل نظام استدلالى ؛ وقد يضاف إليها صفات أخرى ثانوية ، أهمها استقلال الأفكار والقضايا الأولية ، واقتصادها إلى أكبر درجة ، وكونها خصبة .

فالقضايا الأولية تكون مستقلة ، إذا لم تكن إحداها تتحدد بواسطة الأخرى ، ابتداء من المصادرات التي تحدد إضافاتها ، وتكون موجزة حينما نختصر عددها إلى أقل عدد ممكن ؛ وتكون خصبة إذا تضمنت كثيراً من النظريات .

٤ — تكوين النظم الاستدلالية :

وقد رأينا من قبل في عرضنا لتكوين الرياضيات أن العلوم الرياضية قد تكونت بانضمام أفكار بعضها إلى بعض سائر من تجريد إلى تجريد أعلى حتى نصل إلى درجة نستطيع فيها أن نكون بناء محكمًا من الأفكار والقضايا الأولية والنظريات ، كما هو الحال مثلاً في هندسة إقليدس وجبر فيثاغورس . فكل

نظام استدلالى لا يتكون إنأ دفعة واحدة ، كما أنه لا يكون دقيقاً كل الدقة ، إذ لا يزال يبق به كثير من القضايا الدخيلة والتصورات المتطفلة التى لا تنسب إلى القضايا والتصورات الأولية التى بدأ منها العلم ، بل تقوم على عيانات وامتنالات مما يفقد هذا النظام الاستدلالى الكثير من دقته . فكثير من البرهينات الموجودة فى إقليدس كان يحتوى على مصادر وقضايا غير تلك التى صاغها صراحة فى مقلمة نظامه الاستدلالى ، واستمرت هذه البرهينات تعد صادقة دقيقة ، لمدة طويلة ، لأن النقص الذى اعتورها لم يكن قد اكتشفه الرياضيون بعد . ولكن بفضل تقدم الرياضة فى سبيل الدقة ونمو المنطق بدرجة كبيرة ، أزيل منها ما فيها من قضايا دخيلة حتى صارت أكثر دقة . ولا زالت الدقة تعوز حتى اليوم كثيراً من البرهينات المستخدمة فى بعض فروع الرياضيات .

٥ — التحليل التقلبرى للمبادئ :

ومجموع القضايا والتصورات الأولية يسمى المبادئ ، لأن المبادئ هى القضايا غير المستنتجة من غيرها فى نظام استدلالى معين والتى تعد فى داخله غير قابلة للبرهنة ولا محلل للنقشة .

والأهلزون قد قسموا المبادئ المستخدمة فى أى نظام استدلالى إلى بديهيات ومصادر وتريفات . فملينا الآن أن نبحث فى كل منها بالتفصيل .

(١) البديهيات

٦ — أما البديهية قضية بينة بنفسها ، وليس من الممكن أن يبرهن عليها ، وتعد صادقة بلا برهان عند كل من يفهم معناها . ولها خواص ثلاث : البينة النفسانية ، أى وضوحها مباشرة للنفس بلا واسطة ولا برهان منطوق ؛ والأولية

المنطقية ، أغنى كونها مبدأ أولياً غير مستخلص من غيره ؛ وثالثاً أنها قاعدة صورية عامة ؛ في مقابل المبادئ الخاصة المتعلقة بحالة معينة من أحوال العلم الخاصة أو بتعريف معين . وتسمى البديهية أحياناً باسم القضايا المشتركة ، وذلك بمعنىين : الأول أنها مسلمة من كل العقول على السواء ؛ الثاني أنها تنطبق على أكثر من علم واحد .

والبديهيات ، كما توجد في الرياضيات ، توجد كذلك في العلوم الروحية . فثلاً هذه البديهية المستخدمة كقاعدة في القانون الروماني : من يملك الأكثر يملك الأقل ؛ وهي بديهية يمكن أن تستخدم في علوم أخرى ، كالليكانيك .

والبديهيات بعضها مجرد تعريفات أو نتائج مباشرة لتعريفات . فنحن لا نستطيع مثلاً أن نعرف الكل والجزء دون أن نضمن في التعريف أن الكل أكبر من الجزء . ومن هنا كانت في أحيان كثيرة هزيلة المعنى . وهي في الواقع غالباً ما تكون مجرد تعبير أو تطبيق على الكليات لمبدأ الذاتية ، ولذا كانت صورية مثله ، ولا تفيد إلا كبدىء موجهة ، قليلة الخصب .

(ب) المصادر

وأهم منها وإن كانت أقل يقينية ، المصادر . وبين البديهيات والمصادر عدة فروق : فالبديهيات بينة بنفسها ، أما المصادر فليست كذلك ، ولكن يصادر على صحتها وتسلم تسليماً ، مع عدم بيانها بوضوح للعقل ، نظراً لقائدها ولأنها لا تؤدى ، أو طالما كانت لا تؤدى إلى تناقض . والبديهيات لهذا قضايا تحليلية ، أما المصادر فقضايا تركيبية . والبديهيات تعبر عن خواص مشتركة بين كل أنواع المقادير ، ومن هنا سميت قضايا مشتركة كما ذكرنا ؛ أما المصادر فلا تنطبق إلا على نوع معين من المقادير :

فالمصادرة قضية ليست بينة بنفسها ، كما لا يمكن أن يبرهن عليها ، ولكن يصادر عليها ، أى يطالب بالتسليم بها ، لأن من الممكن أن تستنتج منها نتائج لاحصر لها ، دون الوقوع في إحالة . فصحتها إذن تسنين من نتائجها . فثلاً المصادرة المعروفة باسم مصادرة إقليدس — وهى التى تقول : يمكن من نقطة أن يمر مستقيم مواز لمستقيم آخر ، ولا يمكن أن يمر غير مستقيم واحد — قد أدت إلى إقامة هندسة إقليدس ولم تؤد إلى تناقض . وليس فى الوسع أن يبرهن عليها فى داخل هذه الهندسة ؛ كما أن من الممكن الاستغناء عنها بأن نتبدل بها مصادرات أخرى كما فعلت الهندسات اللاقليدية . فكان المصادرة تمتاز إذن من البديهية بأن من الممكن إنكارها دون الوقوع فى الإحالة ؛ بعكس البديهية .

غير أن النظريات الحديثة لا تميل إلى المنالاة فى هذه التفرقة بين المصادرة والبديهية ؛ بل تنزع على العكس من ذلك إلى التقريب بينهما ؛ بأن تمدّ كليتهما « تعريفات مقنعة » ؛ على حدّ تعبير بونكاريه^(١) . ولا فارق بين كليتهما إلا فى درجة التركيب : فالبديهية أكثر بساطة من المصادرة ؛ ولذا تبدو أئين بينما المصادرة أقل بساطة وأكثر تعقيداً ؛ مما يجعل وضوحها والتسليم بها لا يتحققان إلا بالنتائج التى يمكن أن تستخلص منها . ونقول إنها تعريفات مقنعة ، لأن المصادرة القائلة بتجانس المكان تساوى تعريفاً للمساواة الهندسية ؛ ومبدأ القصور الذاتى يساوى تعريفاً للقوة الخ .

وكما توجد المصادرات فى الرياضيات ، توجد كذلك فى العلوم الروحية ؛ وفى الاقتصاد مثلاً نرى المصادرة القائلة بأن الإنسان يفعل وصفاً لما يرى فيه الأنفع ، وفى الأخلاق المصادرة القائلة بأن كل إنسان يطلب السعادة .

وبهذا التقسيم التقليدى أو التمييز التقليدى بين المصادر والبيدييات يستبدل بعض الناطقة المحدثين تقسيماً آخر للمبادئ إلى « مبادئ مشتركة » توجد فى المنطق ؛ « ومبادئ خاصة » توجد فى العلوم الخاصة . فروجيه يقسم المبادئ الخاصة بالعلوم المختلفة والمبادئ المشتركة الموجودة فى المنطق إلى طوائف ثلاث :

١ — فبعض المبادئ يصادر على وجود بعض الموضوعات (أفراداً كانوا أو أصنافاً) ؛ وتسمى « مصادر الوجود » . فمصادر الوجود مصادر تقول بوجود أشياء ذات خواص معينة . فمثلاً ، لا وجود للماس فى الحقيقة ؛ ولكننا فى الهندسة نصادر على وجوده ونجرى براهيننا على هذا الأساس ؛ وبالمثل لا يوجد مستقيم بلا سمك ؛ ولكننا نصادر على وجوده من أجل البحث فى بعض الأشكال الهندسية ونفترض له خواص معينة لاستطيع التحقق من وجودها فى التجربة الخارجية . وفى كل هذه الأحوال نحن نصادر على وجود موضوعات نعرفها ونفترض وجودها ؛ لأن مجرد التعريف لا يكفى لضمان الوجود .

وإذا كانت هذه المصادر تعين أن عنصراً أى صنف يوجد وحيداً ، سميت المصادر فى هذه الحالة مصادرات التفرد : *Postulats d'unicité* .

٢ — والبعض الآخر من المبادئ يقول إنه إذا وضعنا بعض الموضوعات على أنها موجودة ، فموضوعات أخرى موجودة كذلك لها مع الأولى إضافات معلومة . ولنسم هذه المبادئ باسم المبادئ المركبة أو المكوّنة ، لأنها تسمح ، إذا سلمنا ببعض الموضوعات ، بتركيب موضوعات جديدة باستمرار ، بواسطة الإنباءة *réurrence* ، وبالتالي تسمح بالحصول باستمرار على أنظمة جديدة من الإضافات بين الموضوعات السلم بها وتلك المركبة .

٣ — وطائفة ثالثة تقول إنه إذا وجدت بعض الإضافات بين موضوعات ثبت وجودها، فإنه توجد إضافات أخرى غيرها. وهذه الإضافات إما أن تكون إضافات متعلقة مثل الانتساب أو التضمن، أو إضافات خاصة بالعلم المعين موضوع البحث، مثل تلك الخاصة بالترتيب والوضع والتوازي في الهندسة. ولتسم هذه القضايا باسم « بديهيات الإضافة » مستعملين كلمة « بديهية » بطريقة عامة، أى بمعنى مبدأ أو قضية أولية أيا كانت.

والمبادئ المكوّنة وبديهيات الإضافة تكوّن ما يسميه علماء المنطق الرياضى دوالاً قضائية، لأنها كما قلنا تمتاز بأنها ليست معينة، ذات معنى عيانى كيانى، بل هى بالأحرى رموز عامة يمكن أن تفسر عدة تفسيرات. وهى لا يقال عنها إنها قضايا، لأنها ليست صادقة أو كاذبة؛ إنما تكون كذلك حينما نعطى لرموزها المتغيرة صفات معينة محددة، فتستحيل حينئذ من دوال قضائية إلى قضايا. وفى هذا أيضاً تأكيد لفكرة التواضع والاصطلاحية فى كل نظام استدلالى.

(ج) التعريفات

أما التعريفات، فتتعلق، كالصادرات، بتصورات خاصة بكل علم؛ ففى الهندسة مثلاً تتعلق بالخط والمثلث والتطابق... الخ. وقد رأينا من قبل فى كتابنا « المنطق الصورى والرياضى »^(١) معنى التعريف وأنواعه وشروطه فأبنا أنه يعبر عن ماهية المرف وعنه وحده، وعنه كله، مما يعبر عنه بقولنا إنه يجب أن يكون جامعاً مانعاً؛ وأنه يتركب من شيئين: المرف وهو الشيء المراد تعريفه، والمرف وهو القول الذى يمد خواص الشيء المرف.

وهذا أيضاً هو معنى التعريف الرياضى فى نظر العقليين التقليديين.

(١). « المنطق الصورى والرياضى » ص ٧٥ — ص ٨١ القاهرة سنة ١٩٦٢.

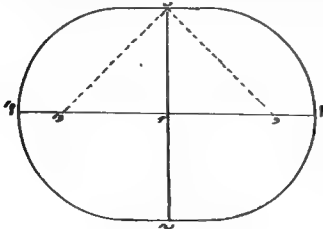
وهم يميزون بينه وبين التعريف التجريبي الموجود في العلوم الطبيعية . فالتعريف الرياضي قبلي ، نهائي ، ثابت ، ضروري ، كلي ، لأنه من عمل العقل الثابت في جوهره . كما أنه أيضاً تكويني *génétique* ، لأننا نأتي به بواسطة التوليد أو التكوين ، فنحن نعرف المحيط مثلاً بأنه « الخط للتكون بواسطة نقطة تتحرك على مسافة متساوية من نقطة ثابتة تسمى للمركز » ، والثالث بأنه « الشكل الهندسي المتكون من ثلاثة مستقيمتين متقاطعة متنى متنى في مستوى » . ولهذا فإن التعريف الحقيقي هو ذلك المبرر عن النسبة المولدة أو القانون المكون للشيء المعروف ، فالثالث مثلاً يمكن أن يعرف بعدة طرق ، منها أن يعرف بالخاصة التي لبعض أجزائه مثل أن زواياه ثلاث ومجموعها يساوي قائمتين ، ولكنه يحطنا بنظر إلى أن نحدد أن عدد زواياه يساوي قائمتين وأنه شكل مستو مكون من خطوط مستقيمة ، بينما التعريف الأول لا يحوجنا إلى شيء من هذا . ولذا فإنه لا يوجد للمعرف إلا تعريف واحد ، هو ذلك الذي يعبر عن قانون تولد الشيء المعروف . ومن هذه الناحية نسقتج بقية الخواص دفعة واحدة . فهو إذن لا يتركب تدريجياً بإضافة عناصر مختلفة .

وعلى العكس من ذلك نجد التعريف التجريبي تتكون عناصره شيئاً فشيئاً في ميدان التجربة . فمثلاً فكرة الإنسان أو الثديي لم تتكون دفعة واحدة ، بل قليلاً قليلاً بإضافة صفات إلى صفات أخرى نكتشفها في التجربة كلما توغلنا في البحث ؛ « ولن نقفل مطلقاً ، بل نظل مفتوحة للعناصر الجديدة التي يمكن أن يكتشفها العلم في الإنسان أو الثديي » ^(١) (لوي ليار ، المنطق ، ص ٨٠) .

فذهب العقلين إذن في التعريف الرياضي هو أن العقل يضع — بملكة خاصة فيه ويتركيب قبلي موجود به — التصورات الرياضية ، وبالتالي تعريفاتها المكوّنة لماهياتها . ومن هذه التعريفات يمكن استخلاص كل خواص الشيء المعروف ، وذلك بواسطة الاستدلال .

وعلى عكس من ذلك نجد مذهب التجريبيين في التعريف . فنقدم أن التعريف ليس ثابتاً ، واحداً ، قد تكون دفعة واحدة ، ويعبر عن ماهية الشيء المعروف ، إنما التعريف قول متغير بتطور العلم ، ويمكن أن يوجد للشيء الواحد تعريفات عدة كلها متساوية ؛ وغالباً ما يتكون بطريقة تكوينية وهما لنماء المعرفة . أما الرياضيون المحدثون فمن عنوان بيان الأسس المنطقية للرياضة قد رأوا أن الأفكار الرياضية ما هي إلا تركيبات من وضع العقل ، وأن التعريف مهمته وصف خواص هذه الأفكار وصفاً يسمح بتمييزها من غيرها ، وباستنتاج خواص أخرى منها . ولما كانت كل فكرة ذات خواص عدة ، فلن في وسعنا أن نختار منها ما نشاء لكي نكون منه التعريف . ومعنى هذا أن التعريف افتراضي أولاً ، من حيث أن الأفكار الرياضية نفسها تركيبات من وضع العقل وليس لها أساس من الواقع ؛ وأنه اعتباري ثانياً ، فنحن نختار من الصفات ما نشاء ، وفقاً لوجهة نظرنا ؛ وأنه « ثالثاً » ليس واحداً ، لأن الخواص متعددة ، وفي مقلوبنا أن نختار منها واحدة أو الأخرى لكي نستعملها في التعريف . ففي استطاعتنا مثلاً أن نعرف الدائرة بأنها قطاع لاسطوانة أو لخروط بواسطة مستوٍ عمودي على المحور ؛ أو بأنها قطع ناقص اختلافه المركزي $excentricité$ ^(١) يساوي صفراً ؛

(١) الاختلاف المركزي هو النسبة بين المسافة البؤرية والمحور الأكبر في القطع الناقص .
غنياً تكون هذه النسبة تساوي صفراً ينطبق البؤرتان على القطع الناقص . ويطلق البؤرتين



على المركز تكون دائرة وذلك لأنه (كما في الشكل) :
 $b + c = a$ و $a = 1$ بحسب خواص القطع الناقص ٦ إذا اخليت و ٦ و على c فإن $1 - a = b = c$ فلما كان $a = 1$ $\therefore 1 - a = c = b = 0$

\therefore ستكون المركز لدائرة
بمعاد $a = 1$ أو $a = 0$ أو $a = 0$.

وبأنها المحل الهندسى للنقط التى منها يرى مستقيم معلوم تحت زاوية معلومة الخ .

ولذا يقول بونكاريه عن التعريفات إنها « فروض » تختلف عن القروض المستخدمة فى المنهج التجريبي من حيث أن هذه القروض الرياضية هى اصطلاحات مبسرة يضعها العقل لحاجاته العملية ، ولا صلة لها بالتجربة ، بعكس الحال فى القروض المستخدمة فى التجربة . فالقروض فى الرياضة معناه ما يسلم به ، أو ما يبدأ منه . كما يفتتها رسل أنها مواضع تيبوغرافية typographical conveniencies ، وإن كان مع ذلك يضيف إليها صفة أنها تعبر عن تقدم ظاهر ، بما تشتمل عليه من تحليل للتصور .

وهذا التصور الجديد للتعريف قد قرب بين التعريفات الرياضية والتعريفات التجريبية من ناحيتين خصوصاً :

١ — الأولى أننا فى تعريفنا لفكرة رياضية نختار الخاصية الممتازة من بين الخواص العديدة لتلك الفكرة ، كما فعل تماماً فى المنهج التجريبي ، إذ نحن هنا نعى خصوصاً باستخراج « الحالة الممتازة » لى نستخرج منها بعد القانون العلمى . وإن كان يملونا فى التعريف أحياناً السهولة والوضوح ، فلا نلتزم شرط اختيار الخاصية الممتازة دائماً ؛

٢ — والثانية أن تاريخ الرياضة قد دلنا على أن التصورات الرياضية قد نشأت فى البدء من التجربة وأنها تنحو نحو التجريد المتزايد باستمرار . ومن هنا كانت تعريفات هذه التصورات متأثرة بالضرورة بهذا الأصل التجريبي الذى نشأت عنه .

والتعريف الرياضى نوتان : تعريف مباشر ، وتعريف غير مباشر .
أما التعريف المباشر فهو المعروف وفيه نمين خاصية أى تصور رياضى مباشرة ،
مثل تعريف المثلث بأنه شكل هندسى مكون من ثلاثة مستقيمت تقاطع متى
متى ، أو المستقيم بأنه أقصر طريق بين نقطتين .

أما التعريف غير المباشر فيشمل عمليتين ، وليس فى الواقع تعريفاً بمعنى
الكلمة ، ولكنه يقوم مقام التعريف المباشر بما له من وظيفة فى العلم .

(أ) والنوع الأول منه هو « التعريف بالتجريد » لدالة منطقية ، ولتكن د(س)
وهو عبارة عن بيان الشروط التى تتحقق بها المساواة (للنطقية أو الرياضية)
د(س) = د(ص) وفيها س ، ص قيمتان تنقسمان إلى صنف معين ، تعرف
الدالة بالنسبة إليه . فمثلا « نعرف بالتجريد » الكتلة أو الحرارة ، الخ ، بأن
نبين شروط المساواة لهذه الكميات .

(ب) والثانى هو « التعريف بالمصادر » وهو عبارة عن تعريف مجموع
من التصورات بالإفصاح عن الإضافات الأساسية التى تحققها هذه الحدود ، على
هيئة بديهيات أو مصادر ؛ هذه الإضافات التى تكون الأسس الضرورية
الكافية لنظرية هذا المجموع . فمثلا نستطيع أن نكون الهندسة كلها بواسطة
عدد معين من البديهيات أو المصادر للشتملة على التصورات الأولية الآتية :
النقطة والقطعة ، أو النقطة والحركة . فهذه التصورات غير المحددة تعد محددة
بواسطة مجموع المصادر^(١) .

فالتعريف بالمصادر ، كما يقول كوتيرا فى مقال نشر بمجلة التعليم الرياضى
L'Enseignement mathématique عن التعريفات الرياضية « ينطبق ، لا على

(١) راجع معجم لالاند ، تحت كلمة « تعريف » ، فى الملاحظات .

تصور واحد ، ولكن على نظام من التصورات ، ويتكون من سرد الإضافات الأساسية ، التي تربط فيما بينها والتي تسمح بالبرهنة على سائر الخواص ؛ وهذه الإضافات مصادر . فإذا كان لدينا نظام من المصادر ، وإذا كان في وسعنا البرهنة على أن هذه المصادر لا تتضمن تناقضاً ، فيكون لنا الحق في أن نملأها بمثلة لتعريف أحد التصورات الموجودة به « (بونكاريه ، « العلم والتهج » ص ١٦٢ ، والاقتراب عنه ص ١٦١)

والتعريفات بالمصادر تعريفات ناقصة ، لأنها لا تستطيع أن تعين بطريقة واحدة مجموعة من التصورات للفردة . ولذا قيل عنها إنها تعريفات للجنس .
. définitions de genres

والتعريف ليس قضية ، فلا يصدق عليه أنه صادق أو كاذب . إنما هو نوع من الاصطلاح اللغوي ، أو كما يقول رسل هو فعل إرادي من أفعال العقل ، يمكن أن يبرر بأسباب متعلقة بتفسير العمل أو التواضع على شيء معين يتفاهم بواسطته ، ولكنه لا يفرض نفسه على العقل ضرورة .

٦ — الصلة بين هذه المبادئ :

ومن الواضح من كل ما قلناه حتى الآن أن الصلة وثيقة بين هذه الأنواع الثلاثة من المبادئ ، إلى درجة أن في الوسع من دون تجاوز أن نسمي الواحد باسم الآخر . فقد رأينا أن البديهيات والمصادر اتحدت في النهاية إلى تعريفات مُقنعة ، كما يقول بونكاريه ، مما يجعل التعارض بين هذه الأنواع الثلاثة ضئيلة للغاية ، إذ تستحيل كلها في النهاية إلى « اصطلاحات تفاهمية تحدد استخدام الحدود الأولى لنظرية استدلالية » (روجيه ، المصدر نفسه ، ص ٨٦) . ونحن نجد فعلاً أن للصادرة الخامسة من مصادر إقليدس الست تسمى في بعض النسخ باسم

البديهية ، مما يدل على أن التفرقة ، حتى عند الأقلمين ، بين المصادرة والبديهية ليست حادة كما يتوهم . كما قد رأينا من ناحية أخرى أن التعريفات قد تم أحياناً بواسطة المصادرات ، مما يقرب كثيراً بين التعريف والمصادرة . فضلاً عن هذا ، فإن مل يقول إن كل تعريف يتضمن بديهية ، هي التي تؤكد بها وجود الشيء للمعرف ، وعلى هذا فيسكون التعريف بدوره بديهية مقنعة ، بعد أن قلنا من قبل إن البديهية تعريف مقنع . وعلى الرغم مما يقتضيه رأى مل هنا من تحفظات عن إيرادها بونكاريه (« العلم والنهج » ، ص ١٦٢) تتعلق بفهم مل لكلمة « وجود » هنا ، إذ هو يفهمها بمعنى مادي تجريبي ، فحين نعرف الدائرة ، نحن تؤكد وجود أشياء مستديرة في الطبيعة ، وهذا فهم لا يتفق مع طبيعة الرياضيات ، إذ هذه لا تعنى بالوجود الخارجى للمادى ، بل لا تعنى كلمة « الوجود » لديها غير شيء واحد ، هو الخلو من التناقض — قول إنه على الرغم من هذا كله ، فإن في هذا الرأى تقريباً للتعريف من المصادرة والبديهية ، بعد أن قرأنا البديهية من التعريف . وهذا كله يدل على أن للمبادئ متداخلة بعضها في بعض .

ونحن قد اعتدنا اليوم أن نضع للمبادئ الخاصة بأى استدلال قبل البدء فيه . فنذكر البديهيات والمصادرات والتعريفات التي سنستعين بها في إجراء عملية الاستدلال أولاً ثم نستخلص منها القضايا الناتجة عنها مباشرة مما يتصل بال مطلوب ثم ننتهى إلى إثبات المطلوب البرهنة عليه . وهذه الطريقة في وضع للمبادئ لها مزايا عدة . إذ تفيد في إدراك النسب والعلاقات بين المبادئ وتطبيقاتها بسرعة كما أن هذا الوضع يفيد في التحقق من صحة النتيجة التي تأدينا إليها ، وذلك بامتحان المبادئ التي بدأنا منها ، فإذا كانت هذه مصوغة على حدة وبوضوح في أول الاستدلال يسر لنا ذلك النظر في صحة المبادئ ، وبالتالي في معرفة يقين النتيجة ، اللهم إلا إذا كان الخلل يتصور الاستدلال كعملية . أما إذا كان الاستدلال

كعملية مضمون الصحة ، فاعلمنا إلا أن ننظر في المبادئ التي أقمنا على أساسها .
وتظهر أهمية هذا خصوصاً إذا لاحظنا أن المبادئ في أى نظام استدلالى يجب
أن تكون مستقلة بعضها عن بعض كما قلنا من قبل ؛ فإذا ثبت لدينا عدم صحة
أحد المبادئ ، كما حدث مثلاً بالنسبة إلى مصادرة إقليدس ، فإن عدم الصحة
لا يمتد إلا إلى القضايا التي تقوم على هذا المبدأ وحده ، بينما بقية القضايا القائمة
على المبادئ الأخرى صحيحة . ففي الهندسات اللاإقليدية ، قد لوحظ أن إلغاءها
لمصادرة إقليدس لم يستتبع إلغاء كل هندسة ، بل فقط الجزء منها للتوقف على
تلك المصادرة ، بينما ظلت بقية القضايا ، مما لا يقوم عليها ، صحيحة . وهذا أمر
سهل التحقيق إذا كانت المبادئ مصوغة على حدة في أول النظرية الاستدلالية .
ويجب أن يلاحظ كذلك أن الأقدمين لم يكونوا يبنون بإيراد كل المبادئ ،
إما لظهورها أو لعدم الحاجة إليها في الظاهر ؛ أما اليوم فنحن نشعر بالحاجة إلى
إيراد كل المبادئ التي تتعلق أو يمكن أن تتعلق باستدلال معين . وذلك لأن
فكرة ظهور المبادئ لم تعد مقبولة ، إذ النقد الذي قام حول المبادئ في أواخر
القرن الماضي وأوائل هذا القرن قد زرع أو ألقى صفة الظهور بالنسبة إلى كثير
من المبادئ . فلم نكن نشعر مثلاً بالحاجة إلى ذكر قضية كالتالية $1 \times \text{صفر} = 1$
أما اليوم فنحن في حاجة إلى ذكرها ، لأن ظهورها ليس شيئاً بدرجة كافية .

وقبل أن نتحدث عن قد المبادئ في العصر الحديث والعصر الحاضر يحسن
بنا أن نشير هنا إلى مسألة قد يحلطنا الوم تنفل عنها ، وهى أنه قد يبدو للوم أن
اليقين في النتائج أكبر منه في المبادئ . وهذا ورم ؛ إذ البرهان لا يخلق اليقين
أو الحقيقة ، إنما ينقل الحقيقة من المبادئ إلى النتائج قلا ، دون زيادة في اليقين
أو الصحة : ويمكن أن ترد هذا الوم إلى أسباب نفسية خالصة .

٧ - قهر منه المبادئ :

ونحن قد أشرنا في خلال حديثنا عن المبادئ إلى بعض من النقد الذي وجه إلى المبادئ من حيث فكرة اليقين وعدم القابلية للبرهنة . وهو قد قد بدأه في العصر الحديث لينتس في محاولاته لإقامة علم مناهج شامل ومنطق رياضي ، إذ اعتقد أن في الوسع تحليل كل التصورات العلمية ووردها إلى طائفة قليلة من الأفكار الأولية غير المحددة . واستمر هذا النقد ينمو مرتبطاً خصوصاً بنمو المنطق الرياضي والأبحاث الخاصة ببيان أسس الرياضيات ، حتى بلغ أوجه في نهاية القرن الماضي وأوائل هذا القرن على يد بيانو ورسل وهلبرت .

يتجه هذا النقد خصوصاً ضد فكرتين : العيان واليقين . أما من ناحية العيان فإن هؤلاء النقاد يقللون من شأن استخدامه في تحصيل المبادئ إلى الحد الأقصى وذلك لأن الناية التي ينشئونها من المنطق والرياضة أن يكون كلاماً صورياً إلى أعلى درجة ميسورة . ولن تتحقق هذه الصورة الكاملة إلا باستبعاد العيان بكل أنواعه حتى العيان العقلي . فرسل يقول في مقال نشر « بمجلة الميتافيزيقيا والأخلاق » ، سنة ١٩٠٦ ص ٦٣٠ : « إن القضايا الأولية التي تبدأ منها الاستدلالات في المنطق الرياضي يجب ، قدر الإمكان ، أن تكون بيّنة بالعيان . ولكن هذا ليس ضرورياً كل الضرورة ، وعلى كل حال فليس هذا السبب الوحيد في اتخاذها . وإنما السبب استقراره ، أعني أنه ، من بين نتائجها المعلومة (ومن بينها هي نفسها) كثير منها يبدو صادقاً للعيان ، ولا شيء منها يبدو باطلاً ، وتلك التي تبدو صادقة لا يمكن أن تستنتج استدلالاً (حسباً يترأى) من نظام من القضايا غير القابلة للبرهنة ، غير متفق مع النظام الاستدلالي موضوع النظر » . فالعيان إذن لا يتعلق إلا بنقطة

البده في اتخاذ اللبائى. الأولية ؛ فإذا ما اتبعتها منها ، اتبعتها من كل إجابة بمبدأ أو عنصر عيانى جديد طوال الاستدلال .

أما عن اليقين فقد قالوا إن اللبائى التى نضعها على رأس استدلالنا ليست من اليقين بالقدر الذى كان يزعمه الناس . فيلأتى يقول Vailati « إن اختيار اللبائى يتوقف على الغرض الذى يستهدفه المرء ، ويجب أن يتوقف فى كل الأحوال على امتحان إضافات التوقف التى يمكن أن نضعها فيما بينها وبين مجموع قضايا نظرية معلومة . لقد قدمت ذلك الحق الإلهى الذى بدا أن يبتها للزعومة قد متحتها إياه . فصار عليها أن تسلم بصيرورتها مجرد مستخدمين ، لا رؤساء فى الجماعات الكبرى للقضايا المكونة لمختلف فروع الرياضة » (« تلخيص أعمال مؤتمر الفلسفة سنة ١٩٠٠ ») .

ولم يقتصر النقد على البديهيات والمصادرات ، بل امتد أيضاً إلى التعريفات . وهو قد بدأت مدرسة بيانو حين ميزت نماذج مختلفة من التعريف : فالبعض ، كالتعريفات بالمصادرات ، والتعريف بالتجريد ، تسمح باستخدام تصور معلوم دون أن تحمل هذا التصور إلى عناصره المكونة له ؛ والبعض الآخر ، وهو التعريف الاسمى ، هو وحده التعريف الحقيقى ، لأنه وحده الذى يضع مساواة بين العناصر للمعرفة وبين الكل المعرّف . ثم إن كل تعريف لابد أن يكون مقترناً بنظرية وجود *théorème d'existence* أو مصادرة وجود تقول بوجود الموضوع المعرف . وزاد رسل على هذا بأن قال : إن التعريف ليس قضية مطلقاً ، لأنه يعوزه الوحدة ، « إذ كل قضية فى جوهرها وحدة ، فإذا هلم التحليل هذه الوحدة ، فإن سر الدركبات سيكون دائماً عاجزاً عن استعادة القضية . » (اللبائى ، *The principles* ، § ٥٤ ، ص ٥٠) . و « التعريفات ليست جزءاً من موضوعنا ، ولكنها ، بالتعمير الدقيق ، مجرد مواضع تبيوغرافية » (*Riquier* ص ١٢) يمكن الاستغناء عنها دون أن تتأثر دقة الاستدلال كثيراً .

وانتهى هذا التقد إلى القول بأن المبادئ بأنواعها الثلاثة من بدسيات ومصادرات وتعريفات ترجع في نهاية الأمر إلى إحداها وهى المصادر ، بوصفها قضايا ، أو بالأحرى دوال قضائية ، يصدر عليها مصادرة ، وتتحقق بنتائجها ، فطالما كانت لا تؤدي إلى تناقض فانها صحيحة . وما للمبادئ إذن إلا فروض غير محددة ولا قابلة للبرهنة نبدأ منها بعد أن نصادر عليها .

وإذا كان الأمر على هذا النحو ، فإن للنهج الاستدلالي الخالص سيستحيل إلى منهج فرضي استدلالى *hypothético-déductif* . واختيار للمبادئ يتوقف إذن على الهوية الشخصى ما دام ذلك مؤدياً إلى تحقيق المطلوب ، وبهذا المعنى يقول رسل : « بعض القضايا يجب أن يسلم به من دون دليل ، ما دام كل استدلال يبدأ من قضايا تقررت من قبل .. وهذه ككل الأفكار الأولية ، تقوم إلى حد ما على الاختيار الاعتبارى » (*Principia* ص ١٣) .

والنتيجة لهذا أن طابع الضرورة الذى كنا نضفيه على البراهين الرياضية قد انتقص ، فلم تمد الضرورة هنا ضرورة مطلقة من كل شرط ، بل ضرورة مشروطة ، تتوقف على نوع المبادئ التى نبدأ منه الاستدلال ، وهو نوع يتحدد حسب اختيارنا ، وليس ثمة ضرورة مطلقة لاختيار نوع دون آخر من المبادئ .

مسار المنهج الاستدلالي

٨ — أدوات الاستدلال والبرهنة الرياضية والقياس :

للاستدلال أدوات عدة أهمها القياس والتجريب العقلى والتركيب ، فلنتناول كلا منها بالتفصيل :

أما عن القياس فعلى أولاً أن نميز بينه وبين البرهنة الرياضية . وقد كان

التمييز الوحيد الذى يوضع بينهما إلى مدة قريبة هو أن النتيجة فى القياس نتيجة افتراضية ، لأن القياس لا يضمن لنا الصحة الخارجية للنتيجة بل كل ما يقوله هو أن النتيجة يجب أن يسلم بها إذا سلمنا بالمقدمات . أما فى البرهنة فالمبادئ تمتد صادقة بالضرورة ، والنتائج ستكون بالتالى ضرورية مضمونة الصحة خارجياً ، أى حلية ، ولذا يقول المنطق القديم إن « البرهنة قياس فى المقدمات صادقة بل وضرورية » (راييه « المنطق » ، ص ٢٧٧) .

لكن جاء المناطقة المحدثون فميزوا بينهما تمييزاً كبيراً ؛ وعلى رأس من غنى بهذه المسألة هنرى پونكلريه ومن بعده جاء جوبلو فقتل الصورة العليا لهذا التمييز ، وإن كان على نحو آخر غير الذى فعله پونكلريه .

بحث پونكلريه فى « طبيعة البرهان الرياضى » (« العلم والفرض » ، ص ٢٨٩) فبدأ بأن تسأل عما إذا كانت الرياضيات ، إذا كانت تقوم على أساس القياس ، لارجع إلى تحصيل حاصل هائل . « إن القياس لا يستطيع أن يعلمنا أى شىء جديد فى جوهره ؛ فإذا كان كل شىء يجب أن يخرج من مبدأ الذاتية ، فيجب أن يكون فى الوسع رده إليه كذلك . . . والبرهان القياسى يظل عاجزاً عن إضافة أى شىء إلى المظيات التى قدمها له ؛ وهذه للمظيات تنحل إلى بعض من البديهيات ، وليس للمرء أن يجد شيئاً آخر غيرها فى النتائج . » ولكننا مع ذلك نجد الرياضى يقول لنا إنه يعمم قضية معلومة من قبل . فهل المتهج الرياضى يسير من الجزئى إلى العام ؟ وإذا كان كذلك فكيف يمكن أن يسى استدلالياً ؟ وفضلاً عن هذا فإنه إذا كان علم المدد تحليلياً خالصاً ، فيبدو أن العقل المتناز بعض الامتياز يستطيع بنظرة واحدة أن يدرك كل حقائقه .

« فإذا لم يكن فى وسع المرء التسليم بهذه النتائج ، فيجب الاعتراف بأن البرهان الرياضى نوعاً من القوة الخالقة الخاصة ؛ وأنه بالتالى يتميز من القياس » (ص ١١) .

ويقرب جوبلو على هذا قائلاً إن المسألة التي نحن بصددها هنا ليست تلك التي عرض لها كنت في « قد العقل المجرد » حين تسامل فقال : كيف يمكن أن تقوم أحكام تركيبيه قبلية ؟ ذلك أن كنت كان لا يزال على ثقة مطلقة بتقاليد المنطقة ؛ وهو يرى أنه إذا كانت الرياضة ليست مجرد تحصيل حاصل ، فذلك إلا لأن مبادئها أحكام تركيبيه تحتوي ضمناً كل ما على البرهان أن يقوم بمرضه صراحة . ويحل هذه المسألة التي أثارها بأن يبين كيف يمكن أن تكون هذه الأحكام قبلية وليست تجريبية ، على أساس أنها ناتجة عن تطبيق للقولات على البيانات الخالصة . وكل العلم الرياضي إذن ، ما كان منه وما سيكون ، متضمن على سبيل الإمكان في كلية الأحكام التركيبية قبلية ؛ ومهمة البرهنة أن نستخرجه بواسطة القياس .

أما المسألة التي نحن يلزأها هنا فهي أن البرهان الرياضي يأتي بحقيقة جديدة لم تكن متضمنة ، لا ضمناً ولا صراحة ، في المبادئ ؛ وأنه خصب مبدع خالق فعلاً . فهذه خاصية البرهان الرياضي ، ولا يحد في هذا الصدد أن يقال في تفسير ذلك إن التعريفات هي التي تأتي بخواص جديدة ، على أساس أن كلا منها يتم بواسطة خاصة تحتوي في داخلها على كل خواص المعرف الباقية . أجل إن التعريف يدخل تصوراً جديداً ، ولكنه لا يحتوي على أكثر مما يعبر عنه . فالتساوي في الزوايا ليس متضمناً في التساوي في الأضلاع بالنسبة إلى المثلث المتساوي الأضلاع ؛ ولكنه « ناتج » عنه .

« فالمسألة هنا ليست مسألة اندراج تصور في آخر ، ولا اندراج حكم في حكم آخر ؛ وإنما هي مسألة توقف حكم على حكم آخر . وخطأ المنطق الصوري في أنه خلط بين صلة الإنتاج وصلة الإندراج » (جوبلو : المنطق ، § ١٦٢) .

لا بد إذن من التمييز الدقيق بين القياس والبرهان الرياضي ، على أساس أن

البرهان الرياضى يتضمن جدته ، بينما القياس تحصيل حاصل مستمر . فكيف نفسر هذا الفارق ؟

فسره بونكاريه بقوله إن البرهان الرياضى يقوم على أساس البرهان بالإلانة *raisonnement par récurrence* ، أو ما يسمى أيضاً باسم الاستقراء الرياضى ، نظراً للشبه بينه وبين الاستقراء التجريبي ، إذ كلاهما يعمم ، بأن ينتقل من حالة إلى التطبيق على كل الأحوال . ولكن بين كلا الاستقراءين فارقاً كبيراً ، من حيث أن الاستقراء التجريبي يبدأ من الوقائع منتقلاً إلى القوانين ، وليست به دقة ، بل فيه عنصر المجازفة وعدم الإحكام ؛ أما الاستقراء الرياضى فدقيق يبدأ من خاصية أساسية للسلسلة اللامتناهية من الأعداد الصحيحة القائمة على أساس أن كل عدد مكون بإضافة الوحدة إلى العدد السابق ، إلى غير نهاية ، منتقلاً إلى تطبيق هذه الخاصية على بقية سلسلة الأعداد اللامتناهية .

وهذا البرهان بالإلانة هو في نظر بونكاريه « البرهان الرياضى من الطراز الأول » و « هو النموذج الحقيقى للأحكام التركيبية القبلية » (« العلم والفرض » ، ص ٢٣) .

ويمكن أن يصاغ بدقة على نحو ما فعل جيلو هكذا :

إذا فرضنا أن علينا أن نبرهن على الإضافة :

$$(1 + 1) < ٢ + ١$$

حيث ١ عدد موجب ، و ٢ عدد صحيح مساو أو أكبر من ٢

نبدأ بأن « نبرهن » على أنه إذا كانت هذه الإضافة صحيحة بالنسبة إلى عدداً ولكن م ، فلها صحيحة بالضرورة بالنسبة إلى م + ١ ؛ أو بتعبير آخر أنه إذا افترضنا أن اللامساوية .

$$(1 + 1) < ٢ + ١$$

صحيحة ، فإنه ينتج من هذا اللامتناهية

$$(٢) \quad ١(١+٢) + ١ < ١ + ٢(١+١)$$

وللبرهنة على هذا ، اضرب كلا حدى اللامتناهية رقم (١) فى ١ + ١ :

$$١(١+٢) + ١ < ١ + ٢(١+١)$$

أو ، بوضع (١ + ٢) عاملا ،

$$١(١+٢) + ١ < ١ + ٢(١+٢)$$

وبالأولى والأخرى ، ما دامت $١ < ٢$ صفر :

$$١(١+٢) + ١ < ١ + ٢(١+٢)$$

وتلك هى اللامتناهية رقم (٢) .

ولكنى لا أعرف بعد ما إذا كان ثمة عدم تتحقق اللامتناهية رقم (١) بالنسبة اليه . وكل ما أعرفه هو أنه إذا كانت الخاصة (١) صادقة بالنسبة إلى المعلوم ، فإنها صادقة كذلك بالنسبة إلى $١ + ٢$.

« فأحقق » أنها صادقة بالنسبة إلى $٢ = ١$ ، لأنها ستصير :

$$١٢ + ١ < ٢(١+١)$$

أو

$$١٢ + ١ < ١٢ + ١$$

وهذا واضح .

فلما كانت الخاصة صادقة بالنسبة إلى $٢ = ١$ ، فإنها صادقة بالنسبة إلى $٣ = ٢$ وصادقة كذلك بالنسبة إلى $٤ = ٣$ ، وهكذا إلى غير نهاية .

فالبرهان بالإثابة ينحصر فيما على : إذا كان ، من ناحية ، أننا إذا فرضنا أن خاصة ما صادقة بالنسبة إلى المدد م ، فإنه ينتج عنه أنها صادقة أيضاً بالنسبة إلى $م + ١$ ، أي ما كانت م . وإذا كان ، من ناحية أخرى أننا نعرف ، بالتصديق أو البرهان ، أنها صادقة بالنسبة إلى عدد معلوم ع ، فإنها صادقة بالنسبة إلى كل الأعداد ابتداءً من ع ، إذ يمكن أن نمتد بها من ع إلى ع + ١ ، ثم إلى $(ع + ١) + ١ = ع + ٢$. وهكذا إلى غير نهاية . وفي هذا التقدم إلى غير نهاية أريد أن ينظر إليه أنه مماثل للبرهان الاستقرائي (جوبلو ، § ١٦٣) .

والمميز الرئيسي للبرهان بالإثابة أنه يتضمن ما لا نهاية له من الأقيسة المركزة في صيغة مفردة ، من الأقيسة الشرطية قطعاً ؛ إذ يمكن أن تصاغ كما يلي :

النظرية أو الخاصة صادقة بالنسبة إلى المدد ١

وهي إذا كانت صادقة بالنسبة إلى ١ ، فإنها صادقة بالنسبة إلى ٢

هي صادقة بالنسبة إلى ٢

وهي إذا كانت صادقة بالنسبة إلى ٢ ، فإنها صادقة بالنسبة إلى ٣

هي صادقة بالنسبة إلى ٣ ، وهكذا باستمرار .

وللمشاهد هنا أن نتيجة كل قياس تكون صفري بالنسبة إلى التي تليها ؛ وأن المقدمات الكبرى في كل هذه الأقيسة ، يمكن أن ترد إلى صيغة مفردة واحدة . والبرهان بالإثابة أداة نافعة دائماً ، لأنه ، بسبب كونه يهيء لنا أن نجتاز بوثة واحدة كل ما نود اجتيازه من خطوات ، يعطينا من التحقيقات الطويلة المملة المتعبة . وهو يدلنا على أننا حتى في ميدان الحساب الأولى ، نستخدم أيضاً فكرة اللامتناهي الرياضي ، وبدونها حقاً لا يمكن أن يقوم علم ، لأنه لن يكون تمت كلي .

وقاعدة البرهان بالإثابة لا يمكن أن تكون صادرة لنا عن التجربة ، لأن كل ما تستطيع التجربة أن تعلمنا إياه هو أن القاعدة صادقة بالنسبة إلى الأعداد العشرة أو للمائة الأولى مثلاً ، ولكنها لا تستطيع أن تبلغ السلسلة اللامتناهية من الأعداد بل تقتصر على جزء معين من هذه السلسلة فقط .

كما أنه لا يمكن أن يعد مواضع واصطلاحاً ، كما هي الحال بالنسبة إلى بعض مصادرات الهندسة « فلماذا هذا الحكم (أى حكم البرهان بالإثابة) إذن يفرض نفسه علينا بينما لا سبيل إلى دفعها ؟ لأنه ليس إلا تأكيد قوة العقل الذى يعرف نفسه قادراً على تصور التكرار إلى غير نهاية لعقل واحد ، ما دام هذا العقل كان ممكناً مرة . فللعقل عن هذه القوة عيان مباشر ، ولا يمكن أن تكون التجربة بالنسبة إليه غير مناسبة لاستخدامها ، وبهذا ، للشعور بها » (بونكاريه ، « العلم والفرض » ، ص ٢٣—٢٤) .

ورى بونكاريه أن هذا النوع من البرهان يوجد في كل البرهانات الرياضية فيواسطته يوسع الجبر ميدانه . إذ نحن نجده في مستهل التحليل اللامتناهى : وهو يتدخل في كل حالة يجتاز فيها الرياضى هوة ضاماً لنفسه ميداناً جديداً .

تلك إذن نظرية بونكاريه في طبيعة البرهان الرياضى ، وذلك إذن مبدأ البرهنة الرياضية عنده .

٩ — ولكن جوبولو لا يذهب معه إلى هذا الحد ، بل يقول إن البرهان بالإثابة صورة من البرهان خاصة جداً ويمكن تمييزها بكل وضوح ؛ ففي الجبر برهانات حقيقية عامة لا ترد إليه . ويقدم سبين يحملانه على عدم النظر إلى البرهان بالإثابة على أنه النموذج الوحيد للبرهنة العامة للعممة : هما أولاً : أنه لا ينطبق

إلا على سلسلة الأعداد الصحيحة ؛ — ثانياً : أنه يحتوى على الأقل على برهنة وهو بالتالى عاجز عن تفسيرها .

(١) أما من حيث الناحية الأولى فإنه يلاحظ أنه إذا كان صحيحاً أن الرياضيات تميل دائماً إلى أن تنطبع بطابع المدد ، وأن علماء الرياضة يريدون قدر المستطاع وكنل أعلى للرياضة أن يستبدلوا بما يقوم على العيان — التحليل الخالص ، وأن رياضياً مثل ركيه Riquier يقترح المدول عن الهندسة العيانية بوصفها منهجاً عتيقاً ضيقاً قد صار غير مفيد حتى ليتمكن إسقاطها من بين ثبت العلوم ؛ نقول إنه على الرغم من هذا الاعتراض الوجهي ، فإن جوبلورى يرى أنه لازالت للبراهين القائمة على العيان في الهندسة قيمتها التي يجب أن ينظر فيها للنطق . وإذا قيل إننا نلتقي بالبرهان بالإثابة ، على درجات متفاوتة في الظهور ، في كل الأحوال التي يبرهن فيها على خاصة عامة بمعرفة حالة جزئية ممتازة ، لأن البرهنة على الخاصة العامة تقوم في أن نعم بالنسبة إلى سلسلة لا متناهية من الأحوال ما برهن أو ما حقق بالنسبة إلى إحداها ، حتى أن فكرة السلسلة غير المحدودة من الأعداد تدخل فيها . فمثلاً حين نبرهن على أن مجموع زوايا مضلع ذي n أضلاع يساوي $2(n-2)$ من الزوايا القائمة ، فإن ما يفعله غالباً هو أن نبرهن على أنه بربط رأس ببقية الرؤوس في المضلع ، نحن نحل المضلع إلى عدد من المثلثات بقدر ما به من أضلاع ناقصة اثنان ؛ ونحن نفعل هذا معتمدين على أن عيان الشكل بعد كافيًا ، ولا حاجة بعد إلى البرهنة . حتى إذا ما استبدلنا ضلعاً من المضلع بخط منقسم إلى قطعتين ، بحيث يكون لدينا أضلاع قدرها $n+1$ ، فإن عدد المثلثات يزيد بقدر الوحدة . فإذا كان صحيحاً أن مجموع زوايا المضلع ذي n أضلاع يساوي $2(n-2)$ زوايا قائمة ، فإنه ينتج عن هذا أن مجموع زوايا المضلع

ذى $ع + ١$ أضلاع يساوى $٢ [(ع + ١) - ٢]$ زوايا قائمة . وهكذا نستمر معممين تلك الحالة الخاصة على كل الأحوال غير المحدودة . إن كان هذا صحيحاً ، فإنه ليس من الضروري السير على هذا النحو . بل في وسعنا أن نسلك سبيلاً آخر ، أفضل من الأول ، هو أن نختار نقطة ملائمة في داخل المضلع ، ونجر منها خطاً إلى كل رؤوس المضلع ، فيكون لدينا حينئذ من الثلاث بقدر ما هنالك من عدد الأضلاع . ولما كان مجموع زوايا هذه الثلاث كلها ينقسم إلى قسمين ، أحدهما هو مجموع زوايا المضلع ؛ والآخر هو مجموع الزوايا للتجاورة حول النقطة وقدره دائماً ٤ زوايا قائمة ؛ فإن المجموع الأول من هذين المجموعين يساوى دائماً $ع + ٢ - ٤$ زوايا قائمة . وليس في هذا برهان بالإجابة ؛ فنحن لا نتقل هنا بعملية غير محدودة من عدد إلى عدد تال ، إنما الذى فعله هو أن نبرهن على أن عدد الثلاث للرسم يساوى ، أياً ما كان قدره ، عدد أضلاع المضلع .

(ب) والسبب الثانى أهم من الأول . فإن البرهان بالإجابة يحتوى على برهنة على الأقل ، برهنة أهم كثيراً من الانتقال التقدى من عدد إلى العدد التالى لأنه بالبرهنة على أن الخاصة للمتبعة صادقة بالنسبة إلى $م$ هى صادقة بالنسبة إلى $م + ١$ ، نحن نبرهن فعلاً على مشروعية هذا الانتقال .

ويحتم هذا التقيد بأن يقول إن البرهنة لا تنتقل هنا من الخالص إلى العام ؛ وإنما تسير من اللامجانس إلى اللامجانس . ولا يستطيع التيقن أن يفسر هذا كما لا يستطيع أن يفسر الحالة الأولى ، حالة الانتقال من الخالص إلى العام . فالخاصة الصادقة بالنسبة إلى $م + ١$ ليست « محتواة » في الخاصة للمتبعة صادقة بالنسبة إلى $م$ ؛ ولكنها « مركبة مع » الخاصة للمتبعة صادقة بالنسبة إلى $م$.

١٠ - وقبل أن نعرض نظرية جوبلو في « التركيب » وهى التى يحاول بها

أن يفسر طبيعة التعميم في البرهنة الرياضية وطبيعة البرهان الرياضى عموماً ، نلقى نظرة على هذا النقد . فقول ، أما فيما يتعلق بالنقد الأول ، فإن رأى جوبلو يبدو اليوم قديماً ، بعد أن تطورت عملية احتساب الرياضة تطوراً هائلاً فكذلك نتهى تقريباً إلى عبد الحساب الأساس لكل رياضة ، وهذا معناه أيضاً اعتبار نظرية العدد ، كما عرفناها من قبل بالتفصيل ، هي نظرية البرهان الرياضى فبإمكانه إذن على حق من هذه الناحية ولكنه مخطئ حين يعتبر البرهان بالإثابة مبدأً سريعاً أو قوة عجيبة من قوى الروح الإنسانية . ورسل على حق في أن يتقدم في هذه الناحية ، كما فصلناه من قبل ، فإن الاستقراء الرياضى ليس مبدأً ، ولكنه تعريف ، وهناك أعداد يمكن أن ينطبق عليها ، بينما توجد أخرى (الأعداد عبر النهائية) لا يمكن أن ينطبق عليها . فنحن « نعرف » الأعداد الطبيعية بأنها تلك التى يمكن أن تطبق عليها براهين بواسطة الاستقراء الرياضى . أى أنها تلك التى تملك كل الخواص الاستقرائية . وينتج عن هذا أن مثل هذه البراهين يمكن أن تطبق على الأعداد الطبيعية ، لا بفضل أى عيان أو بديهية أو مبدأ سرى ، ولكن كقضية لفظية خالصة ... ومبدأ الاستقراء الرياضى يمكن أن يصاغ بطريقة عامة في صورة كهذه : « ما يمكن أن يستدل به من تال إلى تال يمكن يستنتج من أول إلى آخر ، وهذا صادق إذا كان عدد الخطوات المتوسطة بين الأول والآخر متناهياً لا في الحالة الأخرى » (المدخل إلى الفلسفة للرياضية ، لندن سنة ١٩٣٨ ، ص ٢٧) ، أى في حالة الأعداد اللانهائية أو الغير نهائية . وإنصافاً لإمكانه ، قول أيضاً إن لم يرجع كل برهان رياضى إلى البرهان بالإثابة ، وكل ما قلناه هو أنه رأى فيه طريقة الرياضى في التعميم .

أما السبب الثانى الذى ساقه جيلو في قدمه ، فهو وجهه في الظاهر . فحقاً نحن نرى في البرهان بالإثابة برهنة هي تلك التى تقوم بها البرهنة على أن الخاصية المتبعة .

صادقة بالنسبة إلى م صادقة أيضاً بالنسبة إلى م + ١ ؛ ولكن من الممكن أن يرد على هذا بأن يقال إن هذه البرهنة خاصة بإثبات صحة مبدأ البرهان بالإجابة ، وليست داخلة في المبدأ نفسه كبدأ للبرهان الرياضى ، إذ أن البرهنة على وجود شيء ليست داخلة في هذا الشيء .

١١ - أما نظرية جيلو فخلاصتها أن البرهنة الهندسية (وليلاحظ قوله « الهندسية » ، لأنه إنما يتحدث عن البرهنة القائمة على الميكان) على نحو : (١) كل برهنة تسير من المفرد *singulier* إلى العام *général* ، وتقوم على أساس إثبات إضافة ضرورية بين خاصتين لا متجانستين ؛ وهذا ما لا يمكن أن يتم بواسطة أى قياس أو أى مجموع من الأقيسة (٢٠) بمض البرهانات تسير من الخاص *spécial* إلى العام *général* ، وهذا ما لا يمكن أيضاً أن يفسر بواسطة أى برهان قياسي .

١ - فليبرهنة على أنه ، في مثلث متساوى الساقين ، الزوايا المقابلة للضلعين المتساويين متساوية ، نحن فصل المثلث عن نفسه ، إن صح هذا التعبير ، بواسطة الفكر ، ثم نطبقه من جديد ، مقلوباً ، على الأثر الذى نتوهم أنه خلقه على السبورة . وحينئذ نلاحظ أن الزاوية المرسومة بين الضلعين المتساويين تقوم على أثرها ، وأن كل ضلع من أضلاع هذه الزاوية يقوم محل أثر الضلع الآخر المساوى له . « والقيام محل » بالنسبة إلى الضلع الثالث ينتج عن المبدأ القائل بأن النقطتين لا يمكن أن ترتبطا إلا بمسقيم واحد . ثم تتحقق *constate* أخيراً من أن كل زاوية من الزوايا المقابلة للأضلاع المتساوية تقوم محل أثر الأخرى . فكأن البرهنة قد قامت إذن على أساس « عملية » *opération* « وتحقق » *constatation* من النتيجة المتحصلة .

ولا يقصد من هذه العملية أنها عملية يدوية ، بل هي عملية عقلية ؛
كلا يقصد من التحقق ، التحقق القزائى ، الذى يمكن أن نقوم به بواسطة
آلات القياس ، إنما يقصد به التحقق المنطقى . وكل البرهانات الهندسية (الميانية)
تقوم على أساس أمثلة جزئية لأن العملية والتحقق لا يمكن أن يتما ، حتى لو كانا
عقليين ، إلا على أساس شكل مفرد .

وثانياً : بعض البراهين فى الرياضة تنتقل من الخاص إلى العام ، وهذا يحدث
بأن تأتى بحالة ممتازة تكون أبسط من الأحوال المركبة ثم تنتقل من هذه الحالة
الجزئية الخاصة إلى القانون العام أو إلى الامتداد بهذه الخاصة إلى أشياء أكثر
تعقيداً مما كان من قبل بالنسبة إلى تلك الحالة الجزئية . فمثلاً لاستخراج عدد
الزوايا التى يشملها مضلع ، نبدأ بالحالة البسيطة لهذا الشكل الهندسى وهى حالة
المثلث ونحن نعرف أن مجموع زواياه $= 2 ق$. ثم نجرى المضلع إلى عدد من
المثلثات بقدر ما تسمح به الأضلاع ، فيكون لدينا حينئذ عدد من المثلثات بقدر
عدد الأضلاع ، وهناك فى الوسط ، فى النقطة التى تتلاقى عندها رؤوس هذه
المثلثات ، توجد زاويتان قائمتان . فنستطيع بعد هذا أن نستخرج عدد زواياه على
أساس القاعدة أو الصيغة : $2 (ع - 2)$.

فالملاحظ هنا أننا بدأنا بحالة ممتازة هى حالة المثلث ثم امتدنا بهذه الحالة
الممتازة إلى حالات عامة هى حالة أى مضلع كان ، وتحققنا أخيراً من الصيغة
العامة التى صيغ بها القانون . وكأننا هنا أيضاً يلزأ عمليتين : عملية تركيب
أو بالأحرى تجزئة المضلع إلى مثلثات ، ثم عملية مشاهدة هى مشاهدة أن هذا
المضلع يحتوى من المثلثات بقدر عدد الأضلاع ؛ وبطرح الزاويتين القائمتين
المكوئتين لمجموع زوايا رؤس المثلثات المتكوئة ، تنتج لدينا الصيغة الدالة عن
عدد ومقدار زوايا المضلع .

وبهذا تلخص نظرية جوبلو أولاً في أثناء حالة كل البراهين الرياضية تقوم بعملية تركيب وبناء ، ابتداء من حالة جزئية . وليس الأمر هنا أمر تعديل لقضايا نبداً منها ، لأننا نضع خواص بين صفات لا متجانسة . فبين صفة كون المثلث شكلاً ذا ثلاثة أضلاع وبين صفة أخرى هي صفة الزوايا نضع خاصية ما هي كون مجموع زواياه يساوي قائمتين ، وكون مجموع الزوايا $= 2\pi$ لا يستخلص بالتحليل من كون المثلث شكلاً ذا ثلاثة أضلاع . وعلى هذا فنحن يلزم عملية بناء ولنا بإزاء عملية تحليل ، لأن الروابط والإضافات التي نضعها إنما نضعها بين صفات لا متجانسة .

وقد يفترض على هذا بأن يقال إن هذا يتعلق بالهندسة القديمة التقليدية . ويرد جوبلو على هذا بأن يقول إن الجبر نفسه يقوم على أساس التركيب لأن في المعادلات والتحويلات لا تقوم بمجرد استخلاص صيغ من صيغ أو معادلات من معادلات وإنما نحن نضع خواص لها ارتباط وهذه الخواص لا متجانسة ؛ وبهذا لا نكون في الواقع إزاء عملية تحليل . ويمكن بالتالي رد جميع المسائل الرياضية إلى عمليات أي تركيبات بنائية تقوم بها فعلاً أثناء البرهنة . ويقتبس في هذا الصدد كلمة Arthur Hannequin حيث يقول : « إن العقل لا يستطيع أن يدرك ويفهم تماماً إلا ما يستطيع أن يركبه » .

أما القياس فلا يرى له جوبلو إلا مجالاً ثانوياً وذلك كخطوة انتقالية إبان البرهان أو على حد تصيره المجازي هو فقرة من فقرات البرهنة ، وهذه الفقرة من شأنها أن تعطى للبرهان الرياضي دقته المنطقية ، بينما من شأن قدرة العقل التركيبية البنائية أن تضمن خصب العقل .

التجريب العقلي :

ويتصل بهذا الأمر تلك الناحية الأخرى التي تترجح بين المنهج التجريبي والمنهج الاستدلالي ونفى بها مسألة التجريب العقلي . وهي ناحية قد عني بها كل العناية أرنست ماخ Mach في كتابه « للمعرفة والخطأ » في الفصل الموسوم باسم « التجريب العقلي » l'expérimentation mentale ثم أتى من بعد « رنيانو » Rignano وذلك في كتابه Psychologie du raisonnement « نفسانية البرهان » ، فأرجع كل أنواع البرهان تقريباً إلى التجريب العقلي . والتجريب العقلي معناه بصورة عامة أن يقوم الإنسان في داخل عقله بكل الفروض والتحقيقات التي قديس أولاً يتيسر له أن يقوم بها في الخارج ويتقسم إلى أنواع أهمها اثنان : التجريب العقلي الخيالي ، والتجريب العقلي العلمي . أما الأول فهو ذلك النوع من التأملات الخيالية وضرب الفروض بعضها في بعض مما أبداع فيه الشعراء وأحباب الخيال الجامح . وهو طبعاً لا قيمة له من ناحية العلم ؛ والآخر هو وحده ذو القيمة العلمية ، لأن الفروض فيه لا تقوم على موضوعات وهمية مختلفة ، إنما تقوم على وقائع يجرب عليها الإنسان الأوضاع المختلفة أو الفروض المديدة . ويستخرج النتائج التي تؤدي إليها هذه الفروض — وكل هذا يجري في داخل الذهن . فكل عالم قبل أن يحقق شيئاً في الخارج يتصور كل ما يريد عمله وكل جهاز يريد أن يركبه . فاستيقسون مثلاً كان يعرف المجلات والمربات وقوة البخار ولكنه قبل أن يكون بها الجهاز الذي يعرف بالقاطرة أو الآلة البخارية عامة ، كان يعرف في ذهنه قبل ذلك هذه القاطرة وتصور في ذهنه هذه القاطرة بكل أجزائها كما تصور كيف يمكن أن يكون الاحتكاك وأي مقدار من القوة الحركية يجب أن تستخدم لجركذا أو كذا من الأثقال ... إلى آخر تلك الأشياء

التي تكون القاطرة الواقعية في الخارج . كل هذا قد أدركه بقله ، وركبه في داخل ذهنه وكأنه يقوم بتجربة فزيائية ولكنها في داخل ذهنه ، فهو يفترض الفروض في داخل ذهنه ، ويستبعد ما لا يمكن أن يتحقق أيضاً في داخل ذهنه ، ويستبعد كل الفروض التي يرى أنها غير وافية لتركيب الشيء الذي يراد تركيبة ، إلى آخر تلك الأمور التي تقوم بها في التجريب الواقعي المادي (التجريب الفزيائي) .

ولهذا النوع من التجريب فائدة كبيرة : أولاً من حيث الاقتصاد في العمل . ذلك لأن القيام بهذا التجريب في داخل ذهنه لا يكلف المرء شيئاً من الناحية للمادية فلا يكسر جهازاً ولا يستنفد مواد أولية ، ولا يكون مثل التجريب الفزيائي الذي يحتاج إلى فترة طويلة ، إلى آخر كل هذه الأشياء التي ينتج عن القيام بها عقلياً نجس كثير من الاقتصاد في الوقت والجهد والمواد والتنفقات . ثانياً : هذا التجريب العقلي قد يسمح بفرض فروض جريئة قد لا تنجح في اتخاذها لو أننا يلزأء بتجريب فزيائي واقعي ، ومن الممكن أن تتحقق هذه الفروض بالفعل ، لأن الحرية للبصرة للعقل في هذه الحالة أكبر منها في حالة التجريب الفزيائي الذي كثيراً ما يشقت ذهنه ويصرفه عن الإدراك الحقيقي للنسب العامة التي هي الأصل في كل نظرية مما يولد من جديد فروضاً خصبية تؤدي إلى اكتشاف نتائج أهم وأحسن . والشاهد على هذا ما فعله كثير من العلماء وعلى رأسهم خصوصاً جليليو — إذ استطاع القيام بكل هذه الأبحاث الكبيرة في عقل الأجسام قبل أن يحققها عملياً في الخارج واقتنع بصحتها قبل أن يجربها في الخارج . واتجه هذا الاتجاه تقريباً ديكارت ، وإن كان حظه من التجريب العملي غير مشجع على إجراء هذا النوع من التجريب . ولكنه قال على العموم : إنني أستطيع أن أستغني عن إجراء أي تجربة فزيائية خارجية لأنني أقدر أن أركب

في ذهني كل العمليات الممكنة . وطبعاً هذا الانجماء ينشأ عن النزعات الرياضية الظاهرة . وإن كان الثاني قد وفق ، والأول قد أخفق .

ولا يقتصر هذا التجريب العقلي على الفزياء والعلوم الطبيعية بوجه عام ، بل يمتد إلى كل العلوم الرياضية فنحن نستطيع أن نجري براهين لا حصر لها في داخل الذهن ، فيما يتصل بنظرية هندسية . فدون حاجة إلى أى قلم يرسم لنا الأشكال الهندسية نستطيع أن نغرض الفروض وأن نسير في التحليل عائدتين ، أو نبدأ من التركيب متقدمين ، إما للبرهنة على نظرية معلومة أو لبيان نتائج خاصة من نظرية ما — وفي هذا كله نحن نقوم بعملية تجريب عقلي كالحال تماماً في التجريب الفزيائي .

ولئن لم يكن لنا الحق في أن نذهب إلى ما ذهب إليه ريتانو من القول بأنه الصورة العامة لكل تفكير فانهما لا شك فيه أنه يلعب دوراً خطيراً في تكوين التجريب الرياضى والتجريب الفزيائي على السواء ، كما سنرى عند الكلام عن النهج التجريبي .

صور الاستدلال :

١ — الاستدلال بلا غرض معين ؛

٢ — إذا علت لدينا قضية ويراد البرهنة على صحتها أو فسادها تلجأ إما إلى التحليل المحصل analyse poristique أو إلى التركيب synthèse ؛

٣ — إذا أريد معرفة المنصر المجهول بواسطة ماله من روابط مع عناصر معلومة ، تلجأ إلى :

(١) التحليل الباحث zététique

(ب) التركيب synthèse

للاستدلال صور عدة تقوم إما على الغاية التي نشدها منه ، أو على طريقة البرهنة ومنهجها إبان أى استدلال . قيميا يتصل بالناحية الأولى بتقسيم الاستدلال إلى استدلال ذى غاية ، ويشمل خصوصاً النوع الثانى الذى ذكرناه . واستدلال ليس بذى غاية ، وهذا النوع هو المعروف غالباً فى الكتب المثالية التى تقوم على أساس فروض خيالية . ومن هذا النوع مثلاً « يوتوبيا » توماس مور Thomas More ، ثم خصوصاً من الناحية الفلسفية كتاب « بلا زمان » Uchronie تأليف رنوفيه الذى افترض فيه هذا القرض : إذا كان مركس أورليوس لم يستقل ويقتازل عن العرش فاذا كان سيصلت؟ ثم استمر فى فرض هذه الفروض المنافية للوقائع التاريخية من أجل أن يستخلص كل الاستدلالات التى تقوم عليها ، فهذا استدلال بلا غرض مقصود ، وإنما نحن هنا نبتدىء من فرض أو فروض ثم نحاول أن نستخرج كل النتائج التى يمكن أن يؤدى إليها . وقد يكون فى هذا نوع من النافية من ناحية للؤلؤ ، ولكنه يوضع فى الأصل باعتباره بلاغاية . ومن النوع الأدبى كتاب الرحلة إلى إيكاريا Voyage en Icarie لكايه . ولكن هذا الاستدلال ليس بذى قيمة علمية حقة ، خصوصاً أنه يقوم على فروض خيالية ، وهو فى الواقع نوع من التجريب العقلى يهدف إلى النوع الخيالى الذى ذكرناه آنفاً . أما القيمة الحقيقية فهى فى هذا النوع الثانى القائم أولاً إما على وجود قضية ویراد البرهنة على صحتها أو على كذبها ، أو توجد قضية معلوم صحتها وكذبها ، ويراد استخلاص النتائج التى تترتب عليها . وفى الحالة الأولى نحن نقوم بعملية برهنة من أجل التأدى إلى بيان صحة أو فساد المقدمة الموضوعة أو للطروحة . وفى هذه الحالة إما أن نجعلها نتيجة ، وإما أن نجعلها بمقدمة . فإذا جعلناها مقدمة فإما أن نفترض القضية صحيحة ثم نستخلص ما تؤدى إليه من نتائج ، فإذا كانت هذه النتائج صحيحة كانت القضية صحيحة ، وإذا لم

تكن كذلك كانت خاطئة ؛ وإما أن نستعمل البرهان بالخلف وهو أن نقرض صحة العكس فيؤدى هذا الى خلف وإحالة أى نتائج تناقض قضايها مسلماً بصحتها وعن طريق إثبات كذب النقيض تثبت صحة الأصل .

وهذا المنهج فى البرهنة دقيق لا غبار عليه من ناحية البرهنة للمنطقية الصرف ، ولكن كما يلاحظ Cournot فى كتابه « تسلسل أفكارنا » *de nos idées* L'Enchaînement يلزم العقل دون أن ينبذ أى أنه يرغب على الإقناع ولكنه لا يوضح للذهن لماذا يجب الاقتناع بهذا فيظل العقل يشعر بشيء من القلق لأنه لم يستر استنارة كافية من هذا البرهان بالخلف . والطريق الآخر هو أن تأتى بالقضية المراد البرهنة على صحتها وتقرضها صحيحة . — والصيغة اللاهية فى هذا الصدد أن يقال : أن نقرض صحة المطلوب على نحو يؤدى إلى إرضاء السؤال أى نقرض الصحة من أجل إمكان البرهنة بسهولة — فتجد أننا نصل إلى نتائج إيجابية صحيحة فيكون الأصل صحيحاً كذلك ، وفى هذه الحالة نحن نقوم بعملية تحليل محصل بمعنى أننا نبدأ من قضية ونربطها بقضية أخرى معلومة الصحة . فإن لم تكن معلومة الصحة فتربط بقضية أخرى معلومة الصحة ، وهكذا إلى أن تنتهى إلى قضية مسلم بصحتها ، وبهذا التحليل الذى هو تحليل محصل *poristique* كما يسميه Viète نصل إلى الربط بين هذه القضية المعلومة أماننا وبين قضايا أخرى معلوم صحتها . فثبت صحة القضية الأصلية للملومة . وقد تقوم بدلا من هذا التحليل المحصل بتحليل باحث *zététique* وذلك بأن نقرض الفروض ونقوم بالتجريب شيئا فشيئا حتى نصل فى النهاية إلى قضايا مسلم بها ، فهذا نوع من التحليل يختلف عن الأول فى أن الأول يفترض الصحة ، والثانى لا يفترضها ويحاول بفرض الفروض أن ينتهى إلى النتيجة المطلوبة ، أعنى إلى القضية

العينة المطلوب معرفة صدقها أو كذبها . أما عملية التركيب فهي عملية عكسية تسير قُدماً وتبدأ من القضية باعتبارها صحيحة ثم تستخرج كل النتائج . وفي هذه الحالة تكون القضية الأصلية معلومة الصحة . ویراد معرفة كل النتائج التي تؤدي إليها . وهذه هي الحالة العامة التي نسلک سبيلها في تكويننا للرياضيات : فنحن نبدأ من قضايا بسيطة ثم نركبها بعضها مع بعض حتى نصل إلى قضايا أكثر تعقيداً وهكذا باستمرار . فالتركيب إذن تقدمي بينما التحليل ارتدادي ، لأنه يحاول أن يرتد إلى المبادئ الأصلية للقضايا ، بينما التركيب تقدمي لأنه يبدأ من القضايا الأولية ، مرتفعاً إلى القضايا المركبة المترتبة عليها .

المشاكل المنطقية :

هذه المبادئ الأولية وتلك القضايا الأولية من أين جاءت ، وما هو المصدر الذي نستمدّها منه ؟ هنا اختلفت الإجابة على شعبتين ، وكل شعبة إلى شعبتين كذلك . فأولا شعبة العقلين ، وثانياً شعبة التجريبيين .

١ — شعبة العقلين : يجيب العقليون عن هذا السؤال على نحوين :

(١) النحو الأول بأن يقول فريق منهم إن هذه للمبادئ موجودة بالضرورة في طبيعة العقل الإنساني وأتينا لا نفعل بعد هذا إلا أن نطبق هذه للمبادئ ونزيد في تركيبها شيئاً فشيئاً حتى نصل إلى أعلى درجات التركيب الرياضي . وعلى هذا سترتد الرياضة في نهاية الأمر إلى أن تكون درجة متقدمة أو ترقية للمنطق على حد تعبير ليينتس *une promotion de la logique* فالأصل أن يلترك الإنسان فكرة الإضافة للوجود بين الموضوعات ثم ينقل من هذه الفكرة إلى فكرة المجموع *groupe* ثم إلى فكرة الصنف *classe* وبعد هذا يستخرج فكرة العدد ثم الترتيب — إلى غير هذا من المسائل الأولية التي تكون أساس

العلم الكلى. وبعد هذا تتفاضل هذه المسائل الأولية شيئاً فشيئاً حتى تبلغ التركيب المكون لأى علم من العلوم الرياضية المعروفة ، ونحن إبان هذا كله لا نستطيع الوقوف إلا على قوانين المنطق الصورى البحت وعلى قوانين العقل الرئيسية ولا نهيب فى أية حالة من هذه الأحوال بالعيان أو التجريب . ولذا سميت هذه النزعة باسم الصورية الرياضية *formalisme mathématique* .

(ب) والنحو الآخر الذى أقيم عليه هذا المذهب العقلى هو أن يقال إن الرياضة أقرب اتصالاً بالجزئيات وأقل تجزئاً من المنطق الصورى . قوانين الفكر خالية من كل مادة ، وهى عامة عموماً يحل الصلة بين الأشياء الجزئية وبين القوانين المنطقية بعيدة كل البعد ، بينما الرياضة تنطبق على الأشياء الجزئية . لهذا أتى فريق آخر من العقليين تخفف من حدة هذا القول بالصورية بأن جعل للعيان نصيباً فى استخلاص الحقائق الرياضية . فهذه النزعة تقول فى مجموعها بأن للعيان نصيباً فى تكوين الرياضة لأن الرياضة تتعلق بالجزئى أيضاً ولا تقتصر على الكلى العام وحده ولهذا فإنها تعنى بالموضوعات ولا تقتصر على مجرد الروابط الفكرية المنطقية التى تنسب وحدها إلى المنطق الصورى . ومن الذين أخذوا بهذا خصوصاً ديكارت وجليليو . ولكن العيان هنا قد فهم بمعنيين : —

أولاً : بمعنى العيان الحسى ؛ ثانياً : بمعنى العيان العقلى . لكن أصحاب هذا المذهب لأنهم عقليون قد أخذوا خصوصاً بالعيان العقلى . فديكارت أخذ به ومن قبله رجال عصر النهضة . وجاء كنت فقال إن الرياضيات تقوم على أساس نوع معين من الأحكام تختلف عن نوع الأحكام المستعملة فى المنطق الصورى البحت . فللنطق تحصيل حاصل يقوم على أساس قضايا تحليلية أى قضايا لا تأتى فى محورها إلا بما يتضمنه الموضوع . وعلى هذا ، فإنه لا يأتى بمجديد مطلقاً ؛ وعلى العكس من هذا نجد الرياضة تقوم على أساس الجدة ؛ وهذا

لا يتيسر الا بواسطة القضايا التركيبية ، أى تلك التى يكون فى محمولها صفات لا توجد فى داخل الموضوع : إن تضمناً أو صراحة . غير أن هذه الجلة ليست صادرة عن التجربة بل عن صور قبلية موجودة فى طبيعة العقل الإنسانى هى عبارة عن شكول قبلية للحساسية .

ولا بد لكل مضمون يأتى من الخارج فى التجربة أن يدخل فى هذه القوالب القبلية أو الشكول الأولية : وأهمها الزمان والمكان والعلية ، والجلة فى الرياضة تقوم على عيان عقلى هو عيان الزمان والمكان والعلية . وهذا ما يجعل المحمول فى القضايا الرياضية غير متضمن فى الموضوع .

وأخيراً جاء بوانكاريه فقال إن الطابع الرئيسى الذى يقوم عليه البرهان فى الرياضة هو ذلك الذى يسير عنه البرهان بالإثابة وهو يقوم على أساس أن فى العقل الإنسانى قوة خالقة من شأنها أن تكرر الفعل حينما تعرف أن من الممكن فعله مرة واحدة . فإذا أمكن العقل الإنسانى أن يقوم بفعل واحد فإنه يكرره باستمرار بقوة خاصة به ، وهذه القوة مركوزة فى طبيعته وهى بمينها قوة قبلية وليست صادرة عن التجربة . والبرهان بالإثابة الذى يسير عن هذه القوة هو فى رأى بوانكاريه النموذج الحقيقى للقضايا التركيبية الحقيقية ، أما القضايا التركيبية كما تصورها كنت ، فقد عفى عليها ، لأنه لم يمد أحد يؤمن بأن الزمان أو المكان صورة قبلية موجودة بالطبيعة فى العقل الانسانى .

وفى هذا التطور للفرقة العقلية نجد أن ثمة تطوراً نحو التقليل من قيمة الموضوعية فى الرياضة . فقد كان نصيب البيان كبيراً لدى ديكارت ولكنه قل عند كنت واستحال فى النهاية عند بوانكاريه إلى نوع من المواضع والاصطلاحات الميسرة أكثر من أن يكون عياناً بالمعنى الحقيقى وهذا ما جعل بوانكاريه يقول بوجود الفروض فى الرياضة كالمى موجودة فى المنهج التجريبى .

والرياضة ستقول إذن الى مجرد فروض يستنتج منها نتائج بواسطة المنطق
الخالص .

٢ — المذهب التجريبي : وعلى العكس من ذلك يرى للمذهب التجريبي
أن الرياضة لا تقوم على أساس المنطق ، لسبب ظاهر جداً لديهم وهو أن الرياضة
تنطبق على الواقع ، فكيف يمكن أن تنطبق الرياضة على الواقع ، مع أنها
ليست صادرة عن التجربة ؟ عن هذه المسألة قد أجاب المثاليون قائلوا إن الحل
بسيط وهو أن قوانين العقل هي بعضها قوانين الوجود ، فما ينطبق على العقل
ينطبق على الوجود . فإذا كانت الرياضة تقوم على أساس تركيبات عقلية قبلية
خالصة فإنها ستتنطبق أيضا على الواقع ، ما دام الواقع عقلياً خالصاً هو الآخر .
أما التجريبيون فقد قالوا على العكس من ذلك إن الرياضة لا تنطبق على الواقع
إلا لأنها مستمدة في البدء من التجربة ، فتاريخ العلم قد دلنا على أن الرياضيات
قد نشأت شيئاً فشيئاً عن طريق التجربة وأنها في تطورها إنما هي نوع من التجريد
لنتائج أتت بها التجربة أولاً ثم أطلقناها في النهاية — بعد أن استوتقنا منها أو من
مبادئها الأولية — إلى أمور تقوم على المنطق الصوري .

وهذا المذهب قد انقسم بدوره إلى شعبتين : النزعة التجريبية الساذجة التي
تقول بأن الأصل في الموضوعات الرياضية هو التجربة بعينها فالأصل في فكرة
الحظ مشاهدة الخيط والسلك ، والأصل في فكرة الدائرة قطع أى جذع من
شجرة ، والأصل في فكرة الاسطوانة جذع الشجرة . ولسنا في حاجة إلى الرد
على هذا المذهب الساذج كل الساذجة لأن أى خط في التجربة مهما يكن لا يمكن
أن يؤدي إلى فكرة الخط الهندسي إذ كل خط في التجربة له عرض وسمك ،
أما في الرياضة فليس للخط أى سمك أو عرض . كما أن الدائرة كما تتصورها
الهندسة لا توجد في أى شيء من الموضوعات التجريبية إطلاقاً . — والنزعة

الثانية هي التجريبية المذهبة وهي التي تقول بأن الأصل في نشأة الرياضة كما دلنا تاريخها هو البدء من معطيات التجربة ، ولكن بعد مرور فترة ما كانت كافية لتكوين مضمون قادر من بعد على أن ينمو بنفسه اكتفت الرياضة من التجربة بهذا القدر وأصبحت تعتمد على رأس مالها وحدها ، فزادت من التركيبات المختلفة ومن بيان الإضافات المقدمة والمتطورة في التعميد شيئاً فشيئاً ، وهذه التركيبات قد أقامتها على أساس البزهان للنطقي ، ولكن المهم أن الخطوة الأولى قد كونت على أساس تجريبي . وهم هنا يشيرون دائماً إلى استخدام الأشكال المرسومة في الهندسة وإلى الحل والتركيب في الحساب والجبر ، وكل هذا يدل على أننا في أثناء الرياضة إنما نقوم في الواقع بأشياء تتصل بالتجربة عن قرب

وينسب إلى هذا المذهب أيضاً المذهب العملي أو الفعلي أو التركيبي البنائي الذي يمثلّه جوبلو . فجوبلو كما عرفنا من قبل يقول إن القوة الخالقة المجددة في الرياضة هي قوة التركيب البنائي ، فتركيب الأشكال المختلفة في الهندسة ، ثم تركيب للمعادلات بعضها مع بعض على هيئة خاصة ووضع خاص ، هذا هو الذي يعطى العقل القدرة على أن يركب من جديد وأن ينتقل باستمرار من الخاص إلى العام . فهو يفسر الجدة في الاستدلال على أساس قدرة العقل على البناء والتركيب .

ولو نظرنا بعد هذا في هذه النظريات ، لوجدنا في الواقع أن المذهب الأول ، مذهب الصورية المنطقية الرياضية ، هو المذهب الذي يكاد يكون السائد اليوم ، خصوصاً عند أصحاب للنطق الرياضي . فكما عرفنا من قبل عند كلامنا الأخير عن فكرة العدد ، قد وجدنا عند رسل (ويشايمه في هذا كل المناطق الرياضيين وبخاصة أتباع دائرة فينا) أن الرياضة من خلق العقل ، وهي ليست إلا مجموعة من التعريفات التي نضعها في البدء إلى جانب نهر قليل من الأفكار الأولية والأفكار غير المخلدة ، وهذه كلها صادرة من العقل نفسه ، وكل ما نعمله بعد

هذا في الرياضة هو أن تستخرج كل الإضافات الممكنة التي بين هذه الأفكار الأولية ؛ وأن زيد التركيب في التمدد شيئاً فشيئاً حتى تبلغ الرياضة العليا . ونحن في هذا لم نصل أكثر من أننا استخرجنا المضمون الأصلي للتعريفات والبدهييات والأوليات ؛ بل البديهييات والمصادرات تنحل بدورها إلى تعريفات ، فالسألة سترتد في نهاية الأمر إلى مجموعة من التعريفات والاصطلاحات يضعها العقل الإنساني دون أن يستعين في هذا بالتجربة . ثم يحاول على أساس افتراض صحة هذه التعريفات أن يستخرج كل ما يمكن أن تتضمنه بواسطة الاستدلال المنطقي . وعلى هذا فليس في الرياضة عنصر تجديد ولا جدة إطلاقاً ، والأمر كله أمر تحصيل حاصل مستمر . وتحصيل الحاصل هذا لا ينشأ عن قوة سرية خاصة كما يزعم يوانكاريه ، ولا ينشأ عن مقدرة تركيبية بنائية كما يدعى جويلو . وإنما يقوم على القوانين المنطقية العقلية الصورية الخالصة .

وأخيراً لا يفوتنا أن نشير إلى رأى مايرسون الذي انتهى في كتابه « سلوك الفكر » إلى القول بأننا في حالة الاستدلال ، حتى لو قمنا بعملية تغيير في منتهى الضلالة ، فإننا في الواقع ننقل من جديد إلى جديد مغاير باستمرار ؛ وإذ لا يوجد أي تحصيل حاصل في الفكر . حقاً توجد هوية في الصورة بين $(١ + ب)^٢ = (١ + ب)^٢$ ولكن لا توجد هوية بين $(١ + ب)^٢ = ١ + ٢ب + ب^٢$ فهناك تغيير مستمر وبالتالي لا يوجد تحصيل حاصل . ولكن هذا أيضاً لا يدل على أية جدة ، والحقيقة أن الرأى الذى يجب أن يتبع هو أن قول كما قال أصحاب المنطق الرياضى إن كل شئ يتوقف على مصطلحات يضعها العقل الإنسانى وضماً ثم يستخرج العقل منها بافتراض سماتها (والصحة هنا افتراضية بحث) كل ما يمكن أن يستخرج منها ، وكل هذا بواسطة القياس الخالى من كل جدة ، والرياضة إذن كلها تحصيل حاصل مستمر .

المنهج التجريبي

رأينا في المنهج الاستدلالي أنه لا يقتصر على السير من السكلي إلى الجزئي ، بل هو بالأحرى يسير من الخاص إلى العام ، وفي هذا اقتراب هائل من المنهج الاستقرائي الذي كان يعد أنه إنما يقوم على أساس الانتقال من الخاص إلى العام يعكس الاستدلال . وتبين خصوصاً بعد أبحاث جوبلو أن الأمر يتوقف هنا على الإهابة بالتجربة ، لا على طريقة الانتقال ، فطريقة الانتقال واحدة في كلا النوعين فهي دائماً من الخاص إلى العام ، خصوصاً في الاستدلال بمعناه الحقيقي ، لا بمعنى الاستدلال القياسي ، وإنما الفارق هو أننا في الاستدلال لا نعتمد على التجربة بل نعتمد ابتداءً من المبادئ الأولية على قواعد المنطق ومبادئه وحدها متقلين دائماً من البسائط إلى المركبات وهكذا باستمرار في تقدم مستمر نحو التركيب والتعقيد . ولهذا يميل بعض من المناطقة إلى عد المنهج الاستدلالي خطوة من المنهج التجريبي ؛ أو بالعكس يميل بعض من المناطقة إلى عد المنهج التجريبي لحظة من لحظات المنهج الاستدلالي العام . غير أن هذا التعريب يجب أن لا يفسينا التمييز الدقيق الذي يجب أن نضعه فيما بينهما . فقد تبين لنا في نهاية حديثنا عن المنهج الاستدلالي أنه يقوم على أشياء من خلق العقل وأنه تحصيل حاصل مستمر ، وأن الصورية المنطقية هي الطابع الحقيقي للرياضة وبالتالي للاستدلال الرياضي . بينما نجد على العكس من ذلك أننا في حالة العلوم الطبيعية نبدأ من موضوعات توجد في التجربة الخارجية أي لا تقتصر من العقل بل تفرس نفسها من الخارج على العقل أولاً ، وعلى هذا (العقل) — بعد ذلك — أن يفسرها أو يصفها . فمن الممكن أن نميز بين كلا للمنهجين على أساس أن المنهج التجريبي موضوعه الوقائع الخارجية ، بينما المنهج الاستدلالي موضوعه المحلوقات العقلية — إن صح هذا

التعبير les êtres de raison . فالمنهج التجريبي بمعنى عام هو المنهج المستخدم حين نبدأ من وقائع خارجة عن العقل ، سواء أكانت خارجة عن النفس إطلاقاً ، أم باطنة فيها كذلك كافي حالة الاستبطان ، لكي نصف هذه الظواهر الخارجة عن العقل ونفسرها . وفي تفسيرنا لما نحن نهيب بالتجربة باستمرار ، ولا نتمد على مبادئ الفكر وقواعد المنطق الصورية وحدها .

خطوات المنهج التجريبي :

ولهذا المنهج خطوات ثلاث : الأولى حينما نقوم بمجرد الوصف والتعريف ، فعالم النبات الذي ينظر في أنواع النبات المختلفة ، وأصناف الأوراق التي يحملها كل نبات ، وضروب الأزهار الخاصة بنوات الأزهار منها ثم طريقة التفتد في كل منها وطريقة الوقاية إلى آخر تلك العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات — قول إن العالم الذي ينظر في هذه الأشياء ثم يقوم بعملية الوصف ثم التعريف ثم التصنيف إلى أسر وفصائل وأصناف ، لا يقوم بعملية تفسير ولا عملية تجريب كما أنه لا يضع نظرية عامة لكل الظواهر أو فرضاً يستوعبها جميعاً ، فهذه الخطوة تسمى خطوة التعريف والتصنيف أو مجرد الوصف البسيط . والخطوة الثانية هي ألا يقتصر الإنسان على أن يعرف حالة الشيء بل ينتقل منها إلى بيان الروابط والاضافات الموجودة بين طائفة من الظواهر المتشابهة .

هنالك قوم بعملية تفسير لا تقتصر على مجرد الوصف كافي الخطوة السالفة فهذا التفسير يقتضى منه أولاً أن يشاهد هذه الظواهر وأن يتلو هذه المشاهدات بوضع فرض يمكن أن يكون قضية تفسيرية لمجموع هذه الظواهر ، وثالثاً عليه بعد ذلك أن يمتحن صحة هذا الفرض بإجراء التجارب التي إما أن تثبت هذا الفرض

مباشرة أو أن تؤدي إلى إثبات قضية تكفي صحتها لإثبات صحة الفرض المطلوب امتحان الصحة فيه . فهذه الخطوة الثانية تمتاز إذن بالمشاهدة التي لا تنف عند هذا الحد - كما هي الحال في الخطوة الأولى - بل تنتقل منها إلى بيان الروابط وذلك بافتراض صيغة تفسيرية للاضافات الموجودة بين الظواهر المختلفة ، ثم امتحان صحة هذا الافتراض بإجراء التجارب المختلفة . وهذا هو النهج التجريبي بالمعنى الدقيق . أما الخطوة السابقة فقد أدخلناها في باب النهج التجريبي لأنها تتصل بالعلوم الطبيعية ونحن ننظر إلى النهج التجريبي على أنه النهج التعلق بالعلوم الطبيعية إجمالاً . فعلى السعة قول إذن إن هذه الخطوة تدخل في باب النهج التجريبي .

٣ — الخطوة الثالثة : حتى إذا ما اتينا عن طريق النهج التجريبي هذا إلى وضع قوانين أينما بخطوة ثالثة هي خطوة تنظيم هذه القوانين الجزئية لكي تدخر في نطاق أعم بأن تصبح مبادئ عامة كلية يستخرج منها قوانين بواسطة الاستدلال ، وهذه للمبادئ العامة هي الفروض المظني كفرض النسبية أو القرات أو إشعاع الراديو (أو الإشعاع الراديو) أو فرض التطور في العلوم الحيوية . وللملاحظ في هذه الخطوة الثالثة أنها تركيبة بينما كانت في الحالة الثانية تحليلية ، لأننا هنا نحاول أن نركب شيئاً فشيئاً القوانين الجزئية للظواهر الجزئية لكي نضع قانوناً كلياً عاماً ، يصلح لأن تستخلص منه بقية القوانين الفرعية . ففي الميكانيكا مثلاً توجه قوانين نيوتن في الحركة والجاذبية ، وقوانين سقوط الأجسام لجليليو وكبلر ، فلو أننا نظمنا هذا كله في نظرية واحدة كما في فرض النسبية ، فإننا نستطيع أن نصل إلى فرض عظيم من الفروض الفيزيائية ، أو الفروض الفلكية ، أو المتصلة بالميكانيكا .

طريقة الملاحظة والتأني الى الوقائع في المنهج التجريبي :

ولو نظرنا في المنهج التجريبي وهو الخطوة الثانية من الخطوات الثلاث التي أوردناها بالمعنى الضيق فإننا نجد أن هذا المنهج إنما يسير خطوات ثلاث هو الآخر ، فهو يبدأ بالملاحظة ويتلوها بالفرض ، ويقعها بتحقيق الفرض بواسطة التجريب . فالملاحظة والفرض والتجريب هي إذن الفقرات الثلاث المكونة لسلسلة المنهج التجريبي ، فلو نظرنا مثلاً في نظرية كنفطية سقوط الأجسام التي وضعها جليليو فإننا نجد أن جليليو قد بدأ بملاحظة سقوط الأجسام وأنه يبدو للانسان في الظاهر أن الجسم حينما يقطع مسافات أطول أثناء سقوطه تزداد سرعته ، فحاول أن يفسر هذه الظاهرة المشاهدة ، فافترض أولاً أن زيادة السرعة ناشئة من زيادة المسافة المقطوعة . ولكنه وجد أن هذا الفرض يؤدي إلى تناقض مع كثير من الوقائع ، فاستبدل به فرضاً آخر هو أن تكون نسبة السرعة سائرة مع الزمن ومن أجل هذا حاول أن يجري تجربة مباشرة ولكنه لم يستطع ذلك فأجرى تجربة غير مباشرة استطاع أن يبين فيها النسبية بين الزمن الذي مر وبين المسافة من المكان التي قطعت . وبهذا وصل إلى قانون سقوط الأجسام ، لارتباط هذا بالفرض الثاني الذي وضعه وهو التماثل فيما بين السرعة والزمن . فإذا نظرنا في المنهج الذي سلكه جليليو من أجل وضع هذا القانون وجدنا أن الخطوة الأولى هي أنه ابتداءً من ظواهر مشاهدة ثم تلا هذه الخطوة بخطوة ثانية هي افتراض نسبة معينة ستكون القانون الذي على أساسه تحدث تلك الظواهر التي شاهدها . وهنا يجب أن تكون لديه فكرة سابقة يحاول بها أن يحدد المضمون الذي يستخلص من الوقائع المشاهدة ، أما أن يكون خالياً من كل فكرة سابقة فهذا ما لا يمكن أن يؤدي به إطلاقاً إلى وضع أى فرض . وهذا القدر السابق من الأفكار هو ما يسمى باسم النظام التحليلي

systeme analyseur فالنظام التحليلي هو الجهاز من الأفكار الوجود في
الذهن والذي يستطيع الإنسان بواسطته أن يقبل على الظواهر فيضع الفروض من
أجل تفسيرها . وكل عالم له نظام تحليلي هو محصل التجارب التي في ذهنه
والمعلومات التي ظفر بها ، أو مألديه من أفكار خاصة جاءت عن طريق التأمل
في الظواهر التي شاهدها من قبل ، حتى إذا وضع الفرض كان عليه — خطوة ثالثة —
أن يمتحن صحة الفرض بإجراء التجارب التي تؤيده أو تنفيه أو تعدل منه . فقد رأينا
جليليو في الفرض الأول قد أجرى تجارب فلم تؤيد الفرض ، فكان عليه حينئذ
أن ينبذ هذا الفرض وأن يستبدل به فرضاً آخر فأجرى تجارب وجدها مؤيدة
له وإن كان ذلك بطريقة غير مباشرة . وبهذا التجريب استطاع أن يثبت صحة
الفرض ، وبالتالي أن يضع القانون المفسر لهذه الظواهر المتصلة بسقوط الأجسام .
ومن هذا يقين إذن أن المنهج التجريبي قرات ثلاثاً : ١ — الملاحظة أو
المشاهدة ، ٢ — الفرض ، ٣ — التجريب experimentation .

وهنا يحسن بنا أن ننظر في العلوم الطبيعية المختلفة من أجل معرفة نصيب كل
منها من هذه الخطوات الثلاث . فنجد أولاً أن ثمة علومًا تكاد أن تقتصر على الخطوة
الأولى : فعلم النبات ، على الأقل في صورته الأولية ، وعلم الحيوان وعلم المورفولوجيا
عامة ، وعلم الكيمياء فيما قبل القرن السابع عشر — كل هذه العلوم كانت وصفية
تقوم على الملاحظة وحدها ، بأن يلاحظ العالم الموضوعات المختلفة التي تنتسب
إلى العلم الذي يبحث فيه ، ثم يصنف هذه الموضوعات وفقًا لمعلومات معينة ، بأن
يصنف في علم النبات مشبلا النباتات على أساس الفلقة في البذرة ... إلخ أو على
أساس ظهور أعضاء التأنيث والتذكير أو عدم ظهورها في النبات ، وهو في هذه
الأحوال يشاهد ولا يجرب . كما أنه من ناحية أخرى لا يقتبأ بشيء ، إنما التنبؤ
— إذا تم في هذه الحالة — سيكون من شأن علم الزراعة .

وثانياً — هناك علوم تعتمد حقاً على الملاحظة ولا تقوم بالتجريب ولكنها لا تقتصر على الوصف بل تنتهى إلى وضع قوانين دقيقة قد تصل أحياناً إلى الناية من الدقة ، كما فى علم الفلك : فعلم الفلك يضع قوانين لمسار الكواكب أو لحدوث الظواهر الفلكية المختلفة من كسوف وخسوف وهالات .. إلخ وكيفية موقع الأجرام بعضها من بعض وكيفية انتقال الضوء ووقوع الأشياء بعضها من بعض . فهنا نجد الفلكى ينتهى إلى قوانين ينمى عالم النبات لا ينتهى إلى شئ منها بل يكتفى بمجرد التعريف والتصنيف . ولكنه يتفق مع عالم النبات فى أنه لا يقوم بالتجريب . ولما كان العالم الفلكى يقوم بوضع قوانين فإن من شأن القوانين أن تهىء الفرصة للتنبؤ ، والتنبؤ من شأنه أن يعطى الإنسان قدرة على الطبيعة ، سلبية فى حالة علم كعلم الفلك ، ولكنها إيجابية فى حالة علم كعلم الفيزياء . وعلى كل حال فالعلم أننا فى علم الفلك نقوم بوضع قوانين ، وبالتنبؤ وهما لهذه القوانين .

وثالثاً — يوجد نوع ثالث من العلوم لا تقتصر فيه على مجرد الملاحظة ولا على مجرد وضع قوانين دون التجريب ، بل تمتد من هذا أيضاً إلى إجراء التجارب التى تثيرها إثارة . فنحن فى حالة علم كالفيزياء نستطيع أن نلاحظ مثلاً الظواهر الصوتية ، ونستطيع أن نضع بعد هذا ، القوانين لهذه الظواهر ، حسب الملاحظة ، كما نستطيع أيضاً أن نضع الفروض ، ثم نجري التجارب العملية التى نحدسها نحن إحدائنا ، ولا نتظر حتى تحدثها الطبيعة ، فنقوم فى هذه الحالة بعملية تجريب ، ولا تقتصر على الملاحظة والفرض ووضع القانون . وهذه القدرة على إيجاد التجارب بدلاً من رصد وقوعها بفعل الطبيعة هى القدرة الخالقة فى العلوم الفيزيائية التجريبية ، وهى التى بسببها نمت كلود برنار الإنسان العالم القائم بالتجارب ، بأنه « الرئيس المساعد (الأسطى) للخلق » le contremaître de la création

ولكن يجب مع ذلك ألا تنال في هذه التفرقة بين التجريب في حالة العلوم التجريبية (الطبيعية) الموجهة للتجارب مباشرة وبين الحالة الأخرى التي هي حالة الملاحظة البسيطة الساذجة التي لا تؤدي إلى إيجاد التجارب مباشرة ، بل تنتظر حتى تحدث الطبيعة أحداثها ، ثم ترصدها . ذلك أننا هنا في الواقع يلزم نوعين من التجارب : فالنوع الأول وهو الموجود في علم الفيزياء مثلاً نوع *provoqué* والنوع الثاني نوع مهاب به *invocé* ، وبهذا يتحدد نصيب كل قسم من أقسام العلوم الطبيعية في داخل المنهج التجريبي .

لكن ليس معنى هذا أن كل علم منها يتبع خطوة واحدة من هذه الخطوات الثلاث أو الثلاث معاً ، ولكن يصح أن يكون في جزء منه تابعاً لخطوة واحدة وفي جزء آخر تابعاً للخطوات الثلاث معاً ، ويصح أن يكون ملاحظاً متنبئاً في بعض أمثائه ، ويكون ملاحظاً فقط في بعض ثان من أمثائه ، وملاحظاً متنبئاً مستثيراً للتجارب في بعض ثالث من هذه الأنحاء .

عناصر المشاهدة : المنصر الأول الذي تقوم عليه المشاهدة هو عنصر العيان الحسي ، فالحسن يجب أن يكون المحرك الأول لكل بحث علمي . ولهذا نجد تقسيمات العلوم الطبيعية قائمة على هذا الأساس في البدء ، فتقسم العلوم الفيزيائية إلى علم ضوء وصوت وحرارة ... الخ إنما يقوم في الأصل على أساس التمييز بين الحواس المختلفة وما ينتسب من كل منها إلى ميدان الطبيعة . هذا إلى أن المشاهدات الحسية كثيراً ما كانت الأصل في الاكتشافات العلمية العالية فيما بعد . فقامون سقوط الأجسام لـ جاليليو قد اكتشفه هذا ابتداءً من ملاحظة ازدياد السرعة كلما اقترب الجسم من الأرض . وتورتشلي Toricelli .

قد اكتشف نظرياته الخاصة بالصنط الجوى ابتداء من ملاحظات رآها القاعون على البنابيع والياه المعدنية في طورنا .

وهكذا نجد أن المشاهدات الحسية كانت دائماً نقطة البدء في كثير من النظريات العلمية ، فضلاً عن هذا فإن الأجهزة التي نعدّها اليوم الأداة الرئيسية في العلم ، إنما ترد في النهاية إلى الإحساس أو العيان الحسى ، أو على حد تعبير البعض هي امتدادات مقوية للحواس . فمثلاً الترمومتر يجب أن يعدّ زيادة في حس اللمس ، وللقراب يجب أن يعدّ زيادة في حس الإبصار ... الخ وفضلاً عن هذا كله فإننا نحتاج دائماً من أجل جعل التجريد أقرب إلى الفهم ، إلى استخدام الرسوم البيانية من مربعات تسجيلية وإحداثيات ... الخ بل نسجل بالدقة التغيرات الخاصة بظاهرة من الظواهر . كما قد أعاننا كثير من الآلات التي اخترعت حديثاً ، كالسينما ، على أن نتتبع تطور بعض الأشياء في لحظة وجيزة مما لم يكن ميسراً من قبل إلا في سنوات بل وفي أعمار متطاولة . فالسينما مثلاً شهيء لنا أن نتتبع تطور حيوان أو نبات ابتداءً من البذرة أو الحيوان حتى نصل إلى آخر درجات نموه ثم إثماره ثم انتهائه — ؛ وفي هذا نحن نعتمد على للمشاهدة الحسية التي تيسرها لنا الآلات للسجلة . غير أن هذه الأهمية التي للعيان الحسى يجب ألا تنسيتنا أن للمشاهدة لا يمكن أن ترد إلى مجرد عيان حسى ، بل تشمل إلى جانب هذا ألواناً مختلفة من البيانات الحسية جامعة بينها جميعاً ، ومكونة في النهاية للمشاهدة العلمية بالمعنى الحقيقي لهذه الكلمة . فليتنا أن نفرق بين للمشاهدة التجريبية والمشاهدة العلمية . فيجب أن نفرق أولاً بين للمشاهدة البسيطة والمشاهدة العلمية . فالأولى هي التي تقوم بها عرضاً في الحياة العادية دون أن نقصد إلى الملاحظة فعلاً ودون أن نركز انتباهنا منذ البدء في ناحية معينة . وهذه

المشاهدة لها قيمتها العلمية أيضاً : فكثير من الاكتشافات ابتدأت بمثل هذه الملاحظة . غير أن هذه لا تكفى ، بل لابد لنا من أن نتوع في ميدان الملاحظة وأن نقصد إليها قصداً ، حتى نستطيع أن نصل إلى مشاهدة علمية بالمعنى الدقيق .

والمشاهدة العلمية بالمعنى الدقيق هي تلك التي يبدأ فيها المرء من فرض أو يحاول بواسطتها أن يبحث في ناحية معينة . فهنا يقوم المرء بمشاهدات مختلفة منوعاً فيها ، محاولاً أن يجعل الكثير منها يتضافر من أجل إيضاح ظاهرة معينة ، أو التحقق من صحة فرض ما . ويجب أن تكون هذه الملاحظة دقيقة كل الدقة ، فلا تغفل أى عامل قد يكون له أثر في إحداث الظاهرة . ومن أجل هذا كان علينا أن نفرق — كما فعل كلود برنار — بين نوعين من المشاهدة : المشاهدة البسيطة والمشاهدة المسلحة ، فالأولى تقوم على الحواس المجردة مباشرة ، أما المشاهدة المسلحة فهي تلك التي نستعين في تحقيقها بالأجهزة المختلفة التي تهيب لنا تقوية الحواس أو اكتشاف ظواهر لا يمكن أن تكتشف بالحواس المجردة ، أو وضع الظواهر تحت سلطاننا ومراقبتنا بدقة ، أو تكرار الظواهر في أحوال ملائمة — إلى آخر تلك الفوائد التي تيسرها لنا الأجهزة والأدوات .

والأجهزة من أجل هذا ، على درجة هائلة من الأهمية ، وتنقسم إلى عدة أنواع : أولاً : الأجهزة التي من شأنها أن تهيب وتعد للملاحظة ، ولا تعد في الواقع أجهزة بالمعنى الدقيق ، وإنما هي أدوات تمهد الطريق لإجراء المشاهدات ، فمثلاً المبيض scalpel نستعين به في إجراء تشریحات في الجسم مما يهيب لنا — على حد تعبير كلود برنار — أن ننفذ في داخل المادة الحية من أجل ملاحظة ما لها من تركيب . وأدق منه ما يمكن أن يسمى باسم « المشرح الدقيق » microtome .

ثانياً : الآلات التي تهيب لنا أن ندقق في الملاحظة ، بأن توسع من الطاقة

التي لنا ، المتصلة بحس ما ، مثل المجهر الذى يزيد فى قوة الإبصار للأشياء الدقيقة
والقرب الذى ييسر مشاهدة الأشياء البعيدة ... الخ .

ثالثاً : الأجهزة التى تيسر لنا مشاهدة ظواهر لا يمكن أن تدرك بالحس
المباشر ، لأنها لا تظهر بواسطته ، مثل الإلكتروسكوب *electroscope*
أو الاسبيكتروسكوب *spectroscope* .

رابعاً : الأجهزة المسجلة *enregistreurs* فهذه تسجل من الظواهر ما لا يمكن
أن يتم بدقة بدون جهاز . فشلاً بالنسبة إلى الظواهر الجوية ، مسجل الزلازل
أو السيسموجراف *sismographe* أو الأنيموجراف *anémographe* (مسجل
الرياح) .

وفى متصل بالمسائل الفسيولوجية ، يوجد مثلاً الكارديوجراف
Cardiographie أى مسجل نبض القلب ثم مسجل ضغط الدم ، ومسجل
التوتر العضلى .

خامساً : أجهزة تجمع بين الناحيتين : التسجيل والتوسع فى الإحساس مثل
الترمومتر ذو النهاية الصفرى والنهاية الكبرى أو الترمومتر المسجل أو البارومتر
المسجل أو مقياس الرطوبة المسجل .

فكل هذه الأجهزة تهىء لنا الدقة وأن تقوم بالملاحظة فى أحسن
الظروف الملائمة وبدرجة من الدقة تزداد باستمرار . وقد كان لتطور الأجهزة
فى السنوات الأخيرة أخطر الأثر فى تطور العلوم الطبيعية خصوصاً الأجهزة
المتصلة بالقياس أو الوزن ، فقد بلغت الدقة فى بعضها أن هيات لنا أن نزن
 $\frac{1}{\text{مليار}}$ من الكيلو جرام أو نقيس $\frac{1}{\text{مليار}}$ من الكيلومتر .

غير أننا في هذا كله لا نزال في داخل الشاهدة بالمعنى العميق أى تلك التي لم تختلط بالتجربة بعد ، وعلينا الآن أن نفرق بين التجربة والمشاهدة بكل دقة فقول إن الملاحظة تتعلق بأشياء تعرض لنا دون أن نستثيرها أو نحدثها بأنفسنا ، أما التجربة فتتعلق بظواهر نستثيرها نحن ، ولهذا فالتجربة يمكن أن تعرف بأنها مشاهدة مستتارة . وبهذا المعنى يقول كلود برنار : حينما ننتظر الظواهر حتى تحدث ، مسجلين حدوثها خطوة خطوة ، فإننا لا نقوم في هذه الحالة إلا بعملية مشاهدة . أما إذا كان لدينا فرض ، ونريد أن نتحقق من صحته ، فإننا نقوم بملاحظات وتجارب من شأنها أن نتحقق هذا الفرض .

وعلى هذا فالفرق الحقيقي بين للمشاهدة والتجريب ، أن للمشاهدة ليس فيها فرض سابق غالباً ، كما أنها تأتي غالباً من ملاحظة ظواهر تطرأ أمام الإنسان ، دون أن يستثيرها هو ، بينما التجريب يأتي دائماً عن طريق استتارة ظواهر ثم مشاهدتها .

والتجريب نوعان : نوع يبدأ من فرض معين ، وآخر لا يبدأ من فرض ، لأنه لم يتم بعد تحقيق دقيق للتفسير الذى يمكن أن يوضع للظاهرة ، ولهذا يسمى هذا النوع الأخير باسم التجربة للرؤية *expérience pour voir* . فالتجربة للرؤية معناها ألا يكون لدى الإنسان فرض معين عن ظاهرة ما ، لأنه لم يكتشف بعد ما عسى التفسير الصحيح أن يكون . وهنا ليس عليه أن يقف ، بل عليه أن يجرب ويحرب ، ويستمر في التجريب ، لأن مجرد التجريب يكفي أحياناً لاستتارة فكرة عن التفسير أو لإنتاج فرض ما . فهذا النوع من التجريب هو من أجل الرؤية ، أى من أجل رؤية ما عسى أن يكون الفرض الصحيح الذى إذا ما اكتشفناه تحقق فيما بعد بواسطة تجارب تتضافر كلها من أجل تحقيقه .

فلا تجري التجارب—كما هي الحال في التجربة للرؤية—حيثما تفق أو من غير فكرة سابقة أو من غير توجيه للتجربة في اتجاه معين ، بل تجري كلها من أجل تحقيق هذا الفرض . وهنا ننقل إلى النوع الثاني من التجريب الذي يجب أن يعد التجريب بالمعنى الحقيقي ، وفيه نبدأ من فرض معين اعتقدنا صحته ، ونجري التجارب من أجل تحقيقه ، مستعينين في ذلك بما لدينا من أجهزة . والتجارب في هذه الحالة إما أن تكون أولاً لتكرار ظواهر لا نكاد نجدها في الطبيعة الخارجية إلا نادراً . فمثلاً بالنسبة للأجسام السريعة التأكد كالصوديوم والپوتاسيوم ، نستطيع بواسطة التجربة أن نكرر التجارب عليها بحيث تكون خالية من أية أكسدة . وثانياً : أن نوجد ظواهر لا تتحقق في الطبيعة الخارجية ، فنأتي نحن ونحدثها في صورة تهبي . لنا دراستها على النحو الأكل . ثالثاً : من أجل استعادة ظواهر لا نستطيع أن نأتي بها بواسطة للمشاهدة البسيطة ، فنستعين بالتجريب من أجل استعادة هذه التجارب التي حدثت في الطبيعة ولا ندرى هل ستحدث مرة أخرى أو لا تحدث . رابعاً : أن تنوع في الظروف والأحوال التي توجد فيها التجارب ، وهذا يسر لنا أن نستبعد كل الأحوال التي لا يمكن أن تكون مؤثرة حقاً على الظواهر فنقصر التفسير على الملل الحقيقية مستبعدين الظواهر العرضية . وفضلاً عن هذا فإن تنوع الأحوال والظروف التي توجد فيها الظاهرة ، من شأنه أن يجعلنا ندرسها بدقة أكبر لأننا سنعرف كل الأحوال الممكنة التي يتيسر فيها حدوث هذه الظاهرة ، كما نعرف كل الأسباب تقريباً التي تؤدي إلى إحداثها . خامساً : أن التجريب يهيئ لنا تبسيط الظاهرة إلى أقصى حد . ولعل هذا أن يكون أهم ما يأتي به التجريب ، ذلك أن كل ظاهرة لا تأتي في الطبيعة مستقلة ، بل يرادفها كثير من الظواهر العرضية والأشياء المتغيرة ، وعليها نحن في التفسير الملى لأية ظاهرة أن نستبعد المتغيرات قدر الإمكان ،

ولا نبقى إلا على الثوابت . فمن شأن التجريب أن يجد من نطاق العوامل العرضية وبالتالي المتغيرات فيقصر هذه الظاهرة للدروسه — من ناحية تأثرها وعوامل إحداثها — على العوامل المباشرة التي أنتجتها أى على الملل الثابتة للوجوده أيضاً عند حدوث هذه الظاهرة . أما العوامل العرضية الثانوية المتغيرة ، فستعتمد بواسطة التجريب . وهذا ما يسميه سيكون باسم التجربة الحاسمة *cruciale* أى تلك التي تهيم لنا أن نعرف بالدقة الأسباب الوحيدة الثابتة الحقيقية المنتجة للظاهرة . ولو نظرنا بعد هذا في الصلة بين التجريب والملاحظة ، وجدنا أنه وإن كان صحيحاً أننا في التجربة نخضع الطبيعة ، بينما في الملاحظة نحن نخضع للطبيعة ، فإن الفارق بينهما ليس على هذا النحو من الحدة . فثمة نوع من التجارب هو التجارب السلبية التي هي نوع من الملاحظة فقط : فثلاً الطيب الذي يذهب إلى عدة أما كن مختلفة موبوءة بوباء ما ، من أجل دراسة هذا الوباء ، فإنه يقوم بالتجريب ، لأن انتقاله معناه استئثار التجارب بمعنى أنه لا ينتجها هو بالقليل ، بل تكون هي حاضرة أمامه من نفسها — فهذا النوع يمكن أن يعدّ ملاحظة وتجريباً . ويظهر خصوصاً في الدراسات الفسيولوجية والنفسية الحديثة ، ففي كثير من الأحوال المرضية يمكن أن نعدّ بعض الظواهر مستتارة ، وإن كانت هذه الاستتارة ليست على النحو المعروف في استتارة الظواهر الفزيائية .

شروط الملاحظة : والملاحظة لكي تكون مؤدية إلى الغاية المقصودة منها يجب أن تكون وافية بشروط أهمها :

أولاً : أن تكون الملاحظة كاملة ، بمعنى أن من الواجب أن يلاحظ المرء كل العوامل التي قد يكون لها أثر في إحداث الظاهرة ، لأن إغفال بعض العوامل

قد يؤدي أحياناً إلى عدم معرفة بعض الظواهر من حيث العوامل التي أدت إلى إيجادها فعلاً ، أو من حيث ارتباطها بغيرها أو من حيث إمكان إنتاجها في ظروف أخرى غير الظروف التي أنتجتها العوامل الظاهرة .

ثانياً : يجب أن تكون للملاحظة نزية ، بمعنى أنه يجب على الملاحظ ألا يتأثر بأي معنى من المعاني السابقة ولا بأي اتجاه يميل عليه إملاء من شيء . آخر غير الظاهرة التي أمامه . حقاً إننا بعد للملاحظة ، أثناء التجريب ، نبدأ دائماً من فرض نحاول تحقيقه ، ولكن يجب ألا تتأثر بهذا الفرض إلى حد أن يعمينا عن إدراك أن الظواهر التي أمامنا ليست أحياناً هي التي تفسر بهذا الفرض فتقوم كذباً أن هذا هو التفسير الحقيقي ، مع أننا مسوقون هنا لا بما دلت عليه للملاحظة الخارجية ، ولكن بمعنى سابق هو الذي أتانا من الفرض المراد تحقيقه .

وإذا كان هذا ما يجب أن يتوافر ، فيجب من ناحية أخرى أن نراعى الأخطاء التي قد تقع فيها إبان للملاحظة . وأول هذه الأخطاء ينشأ عن طبيعة الملاحظ ، فقد يكون ثمة فساد في أحد حواسه ، كما هي الحال مثلاً في المصابين بالنقص البصري ممن لا يستطيعون التمييز بين الأحمر والأخضر ؛ — وقد يكون الخطأ صادراً عن الأجهزة ، فأحياناً يكون الخطأ ناشئاً عن عدم مراعاة كل الظروف التي يجب أن تراعى إبان عملية ما ، ولتكن الوزن مثلاً ، فلا نحسب حساباً مثلاً للريح أو لدرجة الحرارة ؛ — وقد يكون الفساد من الجهاز نفسه بسبب عوامل أثرت فيه من تأكسد أو تجميع .. إلخ . — وقد تنشأ الأخطاء ثالثاً من عدم مراعاة الوقائع كما هي ، وذلك بأن تتوهم وقائع معينة ليست موجودة في الأصل ، ونحسب أنها هي الوقائع الحقيقية مع أنها أغلب ما تكون أوهام صادرة عن طبيعة جهازنا النفسية — فكل منافي تأثره بالظاهرة الخارجية نوع من رد الفعل ، له منحنى معين خاص بكل شخص على حدة ، وهو ما ينعكس

عادة باسم «التساوية الشخصية» *équation personnelle* ويقصد بها درجة التأثير الناشئة عن رد الفعل عند شخص معين بإزاء ظاهرة ما ، ففي المسائل الفلكية مثلاً ، للملاحظة ظاهرة ما من أجل تعيين الزمان ، قد يتأثر الشخص تأثراً مختلفاً عنه في شخص آخر ، ولهذا يجب أن نستبعد هذه التساوية الشخصية ، وذلك بأن قلل جانب التأثير الإنساني قدر الإمكان . ومن هنا يلجأ العلم شيئاً فشيئاً إلى الاستعاضة عن الإنسان بالأجهزة والآلات . فبدلاً من أن يقوم الإنسان بالتقدير والتسجيل تقوم الآلات بهذا . ففي بعض المراسد تستعمل عادة طرق التسجيل ناشئة عن الخواص المتعلقة بالخلايا الكهروطيسية . فبهذا نستطيع أن نلقى التساوية الشخصية ، بعد أن كنا نفتقر إلى تقديرها أولاً ، وهو تقدير تقريبي باستمرار لتعذر تعيين الثوابت نظراً لكثرة المتغيرات . — وربما قد تنشأ الأخطاء في الملاحظة بسبب عدم العناية التي توجه إلى ظاهرة بالذات من أجل ملاحظتها ، فعلينا أن نفنى دائماً بتوجيه كل انتباه إبان الملاحظة ، وذلك حتى لا نفعل شيئاً من الأشياء ، وحتى لا نهمل في تقدير أى عامل ، أو نخطئ في معرفة مقدار ما له من أثر في إحداث الظاهرة .

ويجب أن يلاحظ فوق ذلك ، الأخطاء العديدة التي منشؤها أن العقل لا يمكن أن يُمد سلبياً في حالة التأثير بالظواهر الخارجية ، لأنه في التأثير يخضع لما يلي :

أولاً : الاختيار ؛ ذلك أن العقل في ملاحظته للظواهر لا يلاحظ منها إلا ما يتصل بحاجاته الخاصة ، لأنه ليس مجرد حب استطلاع مطلق ، ولكنه حب استطلاع من أجل إفادة الحاجات العملية ، أو العقلية ، أى إفادة حاجة ما على أية حال . ولهذا نختار دائماً من بين الظواهر الخارجية ما يتفق مع اتجاهاتنا وأغراضنا .

ثانياً : الخلط بين الفكرة والواقعة ، أو الحقيقة والواقعة ؛ ذلك أن الوقائع لا تظهر كما هي بل سرعان ما نحيلها نحن إلى حقائق أو أفكار مجردة عقلية ، لعلها أن تخلق خلقاً ، ولا أصل لها من الواقع في كثير من الأحيان . فليس العقل تلك الآلة الشمسية (الفوتوغرافيا) التي زعمها كلود برنار . بل إن العقل يحيل دائماً ما يراه من وقائع إلى حقائق مجردة وأفكار .

وقد لا يكون لتلك الأفكار أى أصل في الخارج فتكون من خلقه هو . ومن الشواهد على ذلك ما زعمه أحد الفزيائيين سنة ١٩٠٣ من أنه اكتشف ما سماه بأشعة α التي أثارت كثيراً من الجدل ، ولم تكن في الواقع غير وهم من أوهامه حاول أن يمدح به الآخرين ، وأصبح لتلك الوهم تاريخ معروف . لهذا يقول لبروا Ed. Le Roy إنه لا فارق ، في الواقع ، بين الفكرة وبين الواقعة ، لأننا نخلق الفكرة والواقعة معاً ، وكل واقعة نحيلها نحن إلى فكرة لأننا لا نستطيع أن نذكرها إلا على هذا الأساس .

وثالثاً : نحن قد نففل في كثير من الأحيان ما يسميه سيكون باسم الوقائع الممتازة وتعلق بوقائع أخرى عرضية غالباً ، ولا نستطيع إذن أن تؤدي باستقرارها إلى القانون المطلوب لإيجاده . — ذلك أن الوقائع على أنواع ، كما صنفها سيكون ، فهناك أولاً الوقائع المكشوفة *ostensifs* وهي تلك التي تبدو فيها الظاهرة أوضح ما تكون : فظاهرة تمدد الأجسام بالحرارة تظهر بوضوح في الأجسام الصلبة أكثر من وضوحها في الأجسام السائلة أو الغازية . والوقائع المستترة *clandestins* وهي لا تبدو بوضوح ولكنها مع ذلك حقيقية ويجب أن نراعيها ، وذلك مثل حركة الأميبا . ثم الوقائع المنحرفة *déviateurs* وهي تلك التي تنحرف عن أحوال مطردة ، وتكون ما يسمى بالأنحرفات .

المرضية « كما يظهر خصوصاً في الأمراض الباطنة أو في تركيب الأجهزة المختلفة في الأجسام المصنوعة المختلفة . ثم الوقائع الماثلة ، وهي التي تكشف لنا بواسطة التماثل عن خواص لا يمكن كشفها إلا بصعوبة بطريق مباشر ، فنستطيع أن نفهم مثلاً وظيفة انخياشيم في السمك بمائلتها بالرئة في الإنسان . ومنهج الماثلة من أخصب المناهج هو ومنهج التوافق ، في للسائل المصنوعة . — ثم الوقائع المتنقلة itinérants : فإذا أردنا أن نبحث في تطور الكائن الحي من الحيوانات الدنيا إلى الإنسان أو إذا وضعنا كل إنسان على حدة في داخل نوعه ، فالوقائع هنا تسمى وقائع متنقلة ، فهي تبين كيفية تطور الكائن ومراحل هذا التطور .

فبمراعاتنا لكل هذه الأنواع والوقائع نستطيع أن نتبين ، بوضوح ، الظواهر المختلفة ، والأسباب المولدة لها . ولكننا غالباً لا نلجأ إلى الوقائع المتنازعة ، وتقتصر على الوقائع العرضية مما يقلل من قيمة الملاحظة .

غير أنه لا يمكن عدّ هذه الميوب ، عيوباً في الواقع — في كل الأحوال — فقد يفيد أولاً أن تقتصّر على بعض الظواهر دون البعض الآخر ، لكي تتم الدراسة بشكل أوفى وأتم . وثانياً أنه ليس في وسع الإنسان أن يتعلق بكل الظواهر أيّاً كانت ، كما أن الأصل في العلم هو أن يكون مشاركة من جانب الإنسان في الطبيعة . فمن الضروري أن يكون هناك خلط بين الوقائع والأفكار ، أي بين ما يأتي من الخارج وما يأتي من النفس . فليس لنا أن نتوقع أن تقي الملاحظة بكل هذه الشروط التي ذكرناها . ويضاف إلى هذا أيضاً إغفال بعض الحقائق أو الوقائع التي وصلنا إليها ، نظراً لما نمثله حينئذ من عدم أهميتها ، ولكن هذا الإغفال كثيراً ما أدى إلى عدم اكتشاف كثير من الوقائع المهمة : فقد حدث مثلاً بالنسبة إلى اكتشاف أنواع البكتيريا أن بعض العلماء الفرنسيين

تبينوا في الأغنام ماتت مختقة بواسطة الكربون أن هناك عصيات bacilles في دم هذه الأغنام ، ولكنهم لم يفتبها إليها حتى إذا ما جاء باستور تبين له أن هذه البكتريات هي السبب في موت الأغنام . — فقدم اعتبار هذه الظاهرة مع أنها لوحظت قد أدّى إلى عدم اكتشاف هذا العامل الجوهرى في الفساد أو العفونة التي تحدث للكائنات الحية ؛ ومن الأمثلة على ذلك أيضاً عدم تنبه أمير لخاصية التوصيل الكهربى ، وهي الخاصية التي أقيم على أساسها فيما بعد الدينامو وأنواع المحركات الكهربائية المختلفة . فاكشافات أمير كانت كفيلة أن تؤدى به إلى خاصية التوصيل الكهربى ، ولكنه لم يكتشفها ، ولذلك لم يعرف كل هذه الآلات المتعلقة بتوليد القوى الكهربائية .

والخلاصة أننا يجب أن نخضع للملاحظة لشرائط تتعلق : أولاً بالشخص ، وتعلق ثانياً بالأجهزة ، وتعلق ثالثاً بطريقة دراسة الظواهر المختلفة التي تتصل بواقعة ما — فإذا استطعنا الوفاء بهذه الشروط ، بنيت الملاحظة على أساس متين . ولما كان التجريب ما هو إلا نوع من الملاحظة المستتارة ، فإن هذه الشروط التي ذكرناها بالنسبة لهذه الملاحظة تنطبق أيضاً على التجريب .

التجريب : والتجريب إنما يبدأ حينما يكون لدينا فرض ونحاول بعد هذا أن نمحقه ، وعلى ذلك نستطيع أن نزل التجريب عن الملاحظة ابتداء من فكرة الفرض . فأول ما يجب دراسته في التجريب هو كيفية تكوين الفروض . وتتلو ذلك بأن نبحت في تحقيق الفروض ، ثم في استخراج القوانين المختلفة بعد استقرائها لفروض عديدة حتى نصل إلى وضع النظرية ، ثم الفروض العامة التي تخضع لها مجموعات معينة من النظريات المتعلقة بميدان ميدان من ميادين البحث العلمى .

الفرصة : تكوين الفروض يخضع لمقاصد معينة ، على حد تعبير ماخ في

كتابه « المعرفة والخطأ » : فهذه المقاصد أو الدوافع على أنواع عدة ، يجب أن يبدأ البحث في الفروض بالبحث فيها ، حتى يمكننا أن نتبين كيف يمكن بالنسبة إلى مجموعة من الظواهر المشاهدة ، أن نستخرج القانون العام الذى بواسطته قد يكون فى وسعنا أن نفسر ظاهرة ما من الظواهر ، لأن الإنسان فى وضعه للفروض يخضع لموامل عدة تتصل بنوع العلم الباحث فيه ، ثم بالنظام التحليلى الموجود فى ذهنه ، والذى يقبل بواسطته على الظواهر الخارجية من أجل تحليلها — كما يخضع ثالثاً لمدد الظواهر الخارجية التى يدرسها ، وما بها من تنوع ، والدرجات المختلفة لهذا التنوع فى الظواهر ، مما يحمل إمكانية الفرض تتفاوت وفقاً للظروف المختلفة للوقائع .

الفرض إذن على حد تعبير ماخ ، تفسير موقت لوقائع معينة ، لا يزال بمنزلة عن امتحان الوقائع ، حتى إذا ما امتحن فى الوقائع ، أصبح من بعد إما فرضاً زائفاً يجب أن يعدل عنه إلى غيره ، وإما قانوناً يفسر بحرى الظواهر . واتخاذ الفروض لم يصبح منهجاً علمياً معترفاً به : إلا فى القرن التاسع عشر ، بفضل أبحاث Whewell ثم كلود برنارد Claude Bernard . ذلك أن الداعين إلى المنهج العلمى فى مستهل العصر الحديث ، حينما رأوا ما أدت إليه الفروض الواسعة المجازفة المجانية التى كان يفترضها رجال العصور الوسطى من دون قيام على أساس من الوقائع ، أو محاولة للتفسير الوضعى الحقيقى ، قد أرسلوا تحذيرات حارة ضد استخدام الفروض .

فيكون قد نصح دائماً بالاعتماد على الوقائع وحدها ، دون افتراض أى فرض . وديكارت كذلك قد نصح بأن لا يبدأ المرء عن معان سابقة ، حتى لا تقوده هذه المعاني إلى افتراض ما ليس بوجود . فاستمرت القاعدة الرئيسية السائدة عند هؤلاء إلى النصف الثانى من القرن التاسع عشر ، هى التحفظ فى استخدام

١٠ — مناهج البحث العلمى

الفروض إلى أقصى حد ، وإن أمكن : تجنب استخدامها إطلاقاً . لكن تبين خصوصاً بفضل أبحاث كلود برنار أن للفروض قياً خاصة في استخراج القوانين التي يجب أن تفسر على أساسها الظواهر ، فأشاد باستخدامها ونصح بذلك ووضع القواعد لها ، ثم أتى من بعده Whewell ، ثم أرست ماخ ، ثم كل هؤلاء الذين بحثوا الشروط التي يتم فيها الاختراع في السلم ، مثل Naville و Picard وارست ماخ ، فبينوا الأحوال التي تنشأ عنها الفروض ، والشروط التي يجب أن تتوافر من أجل إنتاج فروض جيدة . فليتنا إذن أن قسم البحث الآن إلى ثلاثة أقسام رئيسية :

١ — نشأة الفروض . ٢ — شروط الافتراض . ٣ — قد الفروض .

١ — نشأة الفروض :

أما فيما يتصل بنشأة الفروض ، فإن هذه تقوم على عوامل خارجية وأخرى باطنة . أما العوامل الخارجية فأولها أن يبدأ الإنسان من واقعة ملاحظة في التجربة الجزئية ، ويفكر فيها ، وابتداء من هذه الواقعة يحاول أن يفترض ما عسى أن يكون القانون الذي تخضع لهي وأمثالها . وقد رأينا عند كلامنا عن قانون سقوط الأجسام عند جليلى ، كيف أنه ابتداء من ظاهرة أو واقعة بسيطة مشاهدة ، هي ازدياد الإسراع كلما اقترب الجسم من الأرض ، فأدى به هذا الذي شاهده إلى افتراض قانون يمكن أن تسير عليه الأجسام في سقوطها .

وثانياً : قد تنشأ الفروض من مجرد الصدقة ، فكثيراً ما يقع الإنسان على ظواهر تهديه إلى وضع فرض ، دون أن يكون قد قصد إلى ذلك فعلاً . ونحن نعرف مثلاً ما حدث بالنسبة إلى نيوتن ، وما حدث أيضاً بالنسبة إلى جليلى . ففي كل هذه الأحوال المختلفة وصل العالم عن طريق المصادفة البحث إلى فرض الفروض .

وثالثاً : قد يدعونا إلى افتراض الفروض مجرد إجراء تجارب للرؤية ، كما حددنا هذا اللفظ من قبل ، في إجراء كثير من التجارب ، وبالتعديل في هذه التجارب قدر للاستطاع ، ويتنوع الأحوال المختلفة التي تجري فيها هذه التجارب ، جون أن نكون مسوقين بفرض معين ، نستطيع أحياناً أن نصل إلى وضع فروض قد تتحقق فيما بعد . فمثلاً حينما بحث كلود برنار في مادة الكورار *curare* — وهي مادة كان من المعروف أنها سامة قاتلة ، ولكن لم يكن معروفاً لماذا هي قاتلة ، والكيفية التي بها تقتل — أنشأ عدة تجارب ، بأن حقن كثيراً من الحيوانات بهذه المادة ، ثم كشف عن الأحوال التي يتم فيها موتها ، فوجد أن هذه المادة تقتل الأجسام الحية ، بشل الأعصاب المحركة . وكذلك الحال أيضاً في التجارب التي قام بها روبرت كوخ *R. Koch* ، مثلاً ، قد أقام عدة تجارب على قثران ، من أجل معرفة تأثير بعض المصبتات *bacille* أو (البسلات) وبواسطة هذه التجارب للتعدة استطاع أن يعرف الأصل في مرض الكوليرا والأحوال التي يتم فيها حدوثه .

تلك إذن على وجه العموم ، العوامل الخارجية التي تدعو إلى فرض الفروض . والعوامل الداخلية أخطر من هذه بكثير . ذلك أن العوامل الخارجية ليست إلا مجرد فُرَص ومناسبات لوضع الفرض ، ولا يمكن بأى حال من الأحوال أن تكون شروطاً كافية للاقتراض ، فأكثر الظواهر التي شاهدها كبار العلماء ، وأقاموا عليها فروضهم العلمية ، يشاهدها كل الناس كل يوم ، دون أن يثير ذلك أدنى انتباه فيهم ، فظاهرة سقوط الأجسام مثلاً ، ظاهرة مشاهدة في كل دقيقة وعند كل إنسان . ومع ذلك لم يصل أحد قبل نيوتن إلى وضع قانون الجاذبية .

فالأمير يتوقف في هذه الحالة على العوامل الباطنة ، أى على الأفكار التي

تثيرها الظواهر الخارجية في نفس الشاهد . والمهم في هذه الحالة هو أن يحيل الإنسان للشاهد هذه الظواهر إلى وقائع وأفكار علمية يكون من مجموعها قانوناً أو نظرية ، وهذا لن يتم إلا بواسطة وضع فكرة من شأنها أن تفسر هذه الظواهر . ولكن على أي نحو يتم هذا التفكير في العوامل الخارجية ، أو الظواهر للملاحظة ؟

هنا أيضاً نستطيع أن نحدد عوامل ثلاثة يتم فيها تأثير الأحوال الباطنة أولها ما يسميه كلود برنار باسم العاطفة الذاتية وهي الشيء الخاص الذي يجعلنا نفرض بنوع من الوجدان أو العيان الحلمي ما عسى أن يكون القانون الذي عليه تجري الظاهرة . فكلود برنار يقول إننا لا نستطيع أن نضع قواعد للاختراع في العلم ولا أن نعلم القواعد التي يمكن أن تراعى في إنشاء الفروض بحيث تأتي بفروض جيدة لأن هذه مسألة فردية خالصة ، إنما القواعد التي نستطيع أن نضعها هي تلك المتصلة بما يتلو وضع الفرض . أما قبل وضع الفرض ، فالأمر يتعلق بشيء ذاتي ، بساطة تلقائية ، بنوع من الوجدان الذي يحمل الإنسان على تصور فرض ما لتفسير الظواهر للمشاهدة .

ومع هذا فيجب أن نلاحظ ثانياً أننا لسنا هنا بإزاء نوع من الإلهام أو من الوجدان الصوفي ، بل يجب أن يسبق هذا الافتراض ما سميناه باسم النظام التحليلي الذي يوجد في عقل كل عالم والذي يهديه خلال هذه الظواهر إلى توهم القانون الصحيح الذي يمكن أن تفسر على أساسه . فنحن هنا بإزاء ما يمكن أن يسمى باسم « التوهم » أي اكتشاف الحقيقة الحقيقية بطريقة لا تسير على أساس البرهان المنطقي أو لا تبدأ من الظواهر مباشرة . وهذا التوهم يتم بمران طويل ويأعداد يتلاقى بالنظام التحليلي لكل عالم على حدة ، وهو نظام ينشأ وفق الممارسة الطويلة لعلم معين أو لقدرة هائلة على تخيل القاعدة الصحيحة لظاهرة ما من الظواهر .

وثالثاً يجب أن يلاحظ من ناحية أخرى أن الفرض قد ينشأ في أحيان كثيرة من مران طويل ، وعمل شاق يقوم به شيئاً فشيئاً بتعدد التجارب ، وتنويعها ، ثم يأتي الفرض في النهاية كحكمة لهذه التجارب والملاحظات الكثيرة . فكلير مثلاً قد وصل إلى قانون الأفلاك الذي يقول بأن الكواكب تدور في مدار اهليلجي الشكل بعد أن اقترح تسعة عشر فرضاً . وعلينا في هذه الحالة أن نقوم بنقد دقيق للفروض شيئاً فشيئاً ، وألا نتمادى على مجرد الإلهام العادي أو الخواطر السانحة بل يجب أن نستمر طويلاً في إجراء التجارب للرؤية دون أن نقيم أى فرض إلا في اللحظة التي نشعر فيها بأن الظواهر كافية في هذه المرحلة للايحاء بفرض يمكن أن يكون مقبولاً أو مردولاً . وهنا يجب أن نصف ما يسمونه باسم مقاصد الافتراض leitmotifs أى الأحوال الباعثة على افتراض الفروض .

ويجب أن نميز هنا بين الأحوال الباعثة على وضع الفروض أيّاً كانت ، وبين الأحوال الباعثة على وضع فروض جيدة : فالحالة الأولى شخصية ولا يمكن أن نضع لها قواعد وملاحظات تتصل بسيرها ، أما الحالة الثانية فيمكن بسهولة أن نضع لها القواعد . هذه للقاصد أو البواعث أو العوامل المؤدية إلى وضع الفروض الجيدة هي أولاً الجبرية déterminisme العلمية ، ويقصد بها أن يفترض الإنسان دائماً أن الظواهر تخضع لجبرية دقيقة وأن علينا أن نفترض هنا أن الظواهر تتسلسل وفقاً للعقدة السببية nexus causale هنا نجد الميدان الذي يمكن أن نضع فيه الافتراض فلا نلجأ إلى تلك الفروض الخيالية الزائفة التي كان يلجأ إليها في المصور الوسطى ، بل كان كلراً أيضاً يلجأ إليها في افتراض الفروض ، فإنه حين أراد أن يفسر الانتظام في سير أفلاك الكواكب افترض وجود ملاك حادٍ سماه باسم angelus rector مرتبط بكل فلك ، هو الذي يحمله يسير بطريقة منتظمة .

وثانياً للماثلة . — ومنهج الماثلة *analogie* من أخطر المناهج القبيحة في إيجاد الفروض وذلك بأن يفرض أن ثمة تماثلاً وتوافقاً بين الظواهر المختلفة في الممالك الكونية المختلفة أو في داخل الأنواع المختلفة لجنس واحد ، خصوصاً في مملكة الأحياء . فستطيع أن تنتقل من أحوال مشاهدة بالنسبة إلى نوع حيوان معين إلى ظواهر أخرى مماثلة بالنسبة إلى نوع آخر فتطبق ما يجرى مثلاً على الفئران أو الأرانب أو الضفادع — على الإنسان .

وثالثاً الاتصال *continuité* فنفرض دائماً أن في الطبيعة اتصالاً وأن الطبيعة على حد تعبير لينتس لا تقوم بالطفرة ، فتلاً حيناً نريد أن نعرف كيفية إحداث ظاهرة من الظواهر الضوئية أو الكهربائية فيجب أن نفرض التوصيل من اللول الكهربي إلى الشيء الذي حدثت فيه الظاهرة الكهربائية ، كما يشاهد مثلاً في الأعمدة الكهربائية .

ورابعاً يمكن أن نمدّ من بين العوامل المؤدية إلى وضع الفروض الصحيحة اعتبار أن الطبيعة في كل أحوالها تخضع لظروف معينة واحدة وأن هذه الظروف تتكرر في أحوال عدة مختلفة وإن كان هناك أحياناً نوع من الجدة في ظروف دون ظروف أخرى ، فبافتراض وجود الاطراد في نظام الطبيعة نستطيع أن نقوم بكثير من الفروض التي قد تتحقق فيما بعد . فهذه الأفكار العامة من جبرية ومماثلة واتصال واطراد نحملونا إلى وضع فروض صحيحة .

والفروض بعد هذا على نوعين ، فهناك فروض جزئية هي المتعلقة بأحوال معينة لأحداث معينة ؛ وهناك فروض عامة ، وهذه الفروض العامة تنقسم بدورها إلى قسمين : مبادئ ، ونظريات . أما المبادئ فهي الروابط العامة التي تربط بين جملة قوانين ، أما النظريات فهي الصيغ العامة التي تفسر بواسطتها طاقة أو أكثر داخلة في نظام واحد من الظواهر .

٢ — شروط الفرض :

وعلينا الآن أن نحدد الشروط التي يجب مع ذلك أن نراعيها في وضعنا للفروض لأن وضع الفروض وإن كان يتم في أحوال شخصية ولأسباب تنصل بطبيعة العالم الباحث ، فإن الفروض الصحيحة يمكن مع ذلك أن توضع لها قواعد يجب مراعاتها حتى تكون قائمة على أساس صحيح أو على الأقل قابلة لأن تكون محتملة بواسطة التجارب المحققة . وأول هذه الشروط أن يتم الفرض ابتداء من واقعة معينة ملاحظة فلا يبدأ من تخيلات ولا من مجرد الربط بين أفكار من أجل تكوين فرض ما . أجل إن الفروض التي لا تبدأ من وقائع مشاهدة فعلا قد تجدى في أحيان كثيرة ، بل هذا نوع من الفرض يجب النصيح دائماً باستخدامه من أجل أن يكون ممارسة للقوة الافتراضية في الانسان — لكن يفنى مع ذلك في وضعنا للفروض أن نحاول قدر المستطاع أن نبدأ من واقعة معينة .

وثانياً : يجب أن يكون الفرض مما يقبل أن يتحقق فلا تندفع وراء الفروض الخيالية السخية التي قد تدل على عمق الوجدان أو اتساع النظرة ، ولكنها لا تنفع في الواقع ، ولهذا فبمجرد وضع فرض يجب أن نحاول تحقيقه بأسرع ما يمكن حتى نتبين ما إذا كان من الممكن تحقيقه أو ليس من الممكن ذلك .

وثالثاً : يجب أن يكون الفرض خالياً من التناقض فلا يبدو مناقضاً لوقائع معروفة . ولكن هذه الفكرة أحياناً ما تؤدي إلى نوع من التكاسل أو إلى نبذ فروض قد يظهر فيما بعد أنها صحيحة ، فتتلا عدم الاشتراك في القدار بين الوتر والضلع في المربع قد بدا للفيثاغوريين في البدء كشيء فاضح لذا كادوا ينبذونه ؛ وكذلك نجد أغلب الفروض الجريئة التي تثير ثورة في العلم ، قد بدأت في أول الأمر وكأنها نوع من الجنون أو الافتراض العقلي الخالص كما هو ظاهر مثلاً في

نظرية التحول التي قال بها لامارك قد نمتها Geoffroy Saint-Hilaire بأنها مجرد حق ، وكذلك فرض التطور لدارون قد قوبل بكثير من السخرية ، بوصفه فرضاً وهمياً .

والشرط الثاني — وهو المتعلق بوجوب إمكان تحقيق هذا الفرض تجريبياً — لا يقصد منه أن يتيسر هذا التحقيق التجريبي بطريقة مباشرة . فإنه إذا لم يتيسر ذلك بالطريق المباشر ، استعملنا أن نلجأ إلى طريق آخر غير مباشر هو أن نستخلص بواسطة الاستدلال أشياء تتوقف على صحتها صحة الفرض ، فإذا ما ثبتت صحتها ثبتت بالنال صحة الفرض . فكما رأينا مثلاً قانون سقوط الأجسام عند جليليو حينما لم يستطع جليليو أن يبرهن على الفرض الذي افترضه أولاً بطريقة مباشرة اضطر أن يستنتج قضايا أخرى ضرورية استطاع أن يبرهن عليها ، فيسر له ذلك أن يبرهن على الفرض الأصلي . ومن هذا يظهر أن الاستدلال أى للنهج الاستدلالي يدخل كجزء رئيسى عضوى فى داخل النهج التجريبي ، كما أنه يدخل فى أحوال أخرى كثيرة سنفصل أمرها فيما يتلو .

أما من ناحية الشرط الثالث وهو الخالص بعدم التناقض فنستطيع أن نضيف إلى ما تقدم بالنسبة إليه أن هذه الفكرة ، فكرة عدم التناقض ، يجب ألانلجأ إليها من أول الأمر فلا نعتقد أن مجرد التناقض الظاهر بين الفرض الجديد وبين الحقائق الثابتة من قبل أو الملاحظات المزعومة أنها صادقة من قبل ، مدعاة إلى نبذ الفرض واطراحه نهائياً . وفضلاً عن هذا ، قد يجوز أن تكون الأشياء الثابتة من قبل هى الباطلة بينما الفرض الجديد هو الصحيح ، خصوصاً إذا لاحظنا أن الصحة فى العلم مسألة نسبية إلى أقصى حد . فليس فى العلم حقائق ثابتة إطلاقاً ، بل الأمر يتوقف على درجة تطور العلم ، وليس لإنسان بعد هذا أن يقول إن هذا الفرض

لا يمكن أن نبعث فيه لأنه يقتضى مع كذا أو كذا من القضايا العلمية الثابتة بل يجوز لنا بعد هذا أن نمتحن صحة الثبات الزعم لهذه القضايا ؛ ومن هذا كله قد فصل إلى إثبات الفرض الجديد وتعديل الحقائق الثابتة وفقاً لهذا الإثبات . وعلى كل حال فيجب أن لا نفتر كثيراً بفكرة التناقض فنزعم بأن في مجرد التناقض إيداناً بأن الفرض الجديد هو الباطل .

وقد حلت هذا خصوصاً بالنسبة إلى كثير من النظريات الموعلة في التجديد والحديثة لثورات جديدة كما يظهر مثلاً بالنسبة إلى نظرية النسبية في هذا القرن فإنها وإن كانت فرضاً لا يتفق مع ما أتت به نظرية الجاذبية الكونية عند نيوتن فإن هذا لم يمنع أو لم يكن من الواجب أن يمنع من البحث في الفرض الجديد لعله يؤدي إلى نتائج جديدة من شأنها على العكس من ذلك أن تعدل في نظرية الجاذبية الكونية لنيوتن .

٣ - نقد الفرض :

ويتصل بهذا مباشرة مسألة نقد الفرض ، وهذه المسألة قد قامت خصوصاً كأثر رجعى من آثار احتقار الفروض الذى كان شائعاً في القرنين ١٧ و ١٨ ، فإن قول نيوتن *hypotheses non fingo* أى « لا أفترض الفروض » قد جعل كثيراً من العلماء ينظر بعين الحذر الشديد إلى استخدام الفروض . وكانت نصائح يكون مؤثرة بلورها في أطراح كل فرض . ولكن جاء القرن ١٩ فأراد أن يسترد للفروض مكانتها الأولى ولكن مع تحفظات شديدة من شأنها أن تتلافى كل هذه النقائص التى قل بها خصوم الافتراض . وهذه التحفظات أولها أن الأصل أن لكل إنسان أن يفترض ما يشاء وأن الافتراض عامل ضرورى لا غنى عنه لتحصيل العلم وأن قول نيوتن هذا قد فسر على غير وجهه فإن السياق

الذى وضع فيه هذا القول فى كلام نيوتن كان سياق رده على الديكارتيين الذين أخذوا عليه — ولم يكونوا على حق — أنه قد أتى فى قوله بالجاذبية بفرض يكاد أن يتشابه تماماً مع فروض رجال المصور الوسطى المتصلة بالخواص السرية للأشياء مما كانت فروضاً زائفة كلها ، فقال إننى هنا لم آت بفرض وأنا هنا لا أفترض فروضاً بل أسير وفقاً للقواعد . فبتر هذه العبارة من هذا السياق هو الذى ألهم الذين عزوا إلى نيوتن أنه ينكر استخدام الفروض ، هذا القول . والحقيقة أننا لا نستطيع أن ننكر ما للفروض من قيمة وإلا أنكرنا ما للخيال للبدع من قيمة وأنكرنا بالتالى إيجاد عوامل هادية وأفكار هادية للإنسان إبان البحث . فلانسان أن يفرض بل له أن يفرض ما يشاء بل له أن يفترض أيضاً وجود عالم خيالى مثل الأطلانطيد التى غاصت فى قاع المحيط ، أو تصور عصور ذهبية كانت فيها الإنسانية على نحو غير النحو الذى هى عليه فى الوقت الحالى . وإنما الخطأ يأتى هنا من أن هذه الفروض أحياناً تكون عقيمة فلا يمكن أن تتحقق كما لا يمكن أن توحى بشىء آخر من شأنه فيما بعد أن يتحقق . فالعامل المحدد لقيمة الفروض أياً كانت ضآلتها هو خصبها ؛ فإذا كانت فروضاً خصبة أنتجت نتائج حقيقية ، وفى هذا يقول بيرس Peirce إن حقيقة أية نظرية إنما تقوم على الآثار والنتائج التى تقدمها . وعلى هذا فقد يكون أو قد كان بالفعل . لكثير من الفروض أهمية هائلة فى إيجاد نظرية جديدة ، فمثلاً افتراض أهمية العدد ٧ قد جعل البابليين والفيثاغوريين يقولون بوجود نجم سابع ، بحثوا عنه فوجدوه أخيراً وهو نجم المريخ .

إذ يجب أن يلاحظ هنا أنه إذا كانت القضايا الصادقة لا تنتج إلا قضايا صادقة ، فإن القضايا الكاذبة قد تنتج قضايا صادقة . وعلى هذا فهاين أن نجرب الفروض أياً كانت ثم نحاول أن نحققها أو أن نستخلص منها نتائج يمكن فيما بعد

أن تطبق عملياً . وإنما الاحتياط الذى يجب أن يستخدم هنا هو الاحتياط للتصل بتحقيق الفروض فى الواقع بواسطة التجريب . ذلك أن تحقيق الفروض شاق طويل يحتاج إلى كثير من النفقات ، خصوصاً الفروض المتعلقة بمسائل حيوية قد تحتاج إلى وقت طويل لكي تتحقق ، مثل الفروض المتصلة بالنمو والوراثة أو التكاثر . كما أن ميزانيات العامل ضئيلة كل الضالة ، ولهذا يجب أولاً أن يختار من بين الفروض الممكنة أقربها إلى التحقيق تجريبياً وأقلها نفقات ، وكخطوة تمهيدية لتجريب الفروض الواسعة يحسن بنا أن نتمتع على ما يسميه « مانع » باسم التجريب العقلى فهو يوفر علينا كثيراً من النفقات ومن الوقت ، وقد رأينا فى واقع التاريخ أن هذا التجريب العقلى قد أفاد فى هذه الناحية كثيراً . ومن الأمثلة المشهورة عليه جليليو فى اكتشافه لقانون سقوط الأجسام ولبعض مسائل أخرى فى الفلك .

وإذا كنا لا نذهب إلى ما يذهب إليه رينانو من أن التجريب العقلى هو الأصل فى كل برهنة ، فما لا شك فيه أن للتجريب العقلى أثراً هاماً فى الاقتصاد فى الفكر ، وفى أن يجرى فى الفكر ما لا يتيسر إجراؤه فى الواقع العملى .

ولهذا يجب إذن ألا نأخذ بأقوال « كونت » وسخريته مما يسميه باسم الفروض الميتافيزيقية ، فهذه كلمة لا معنى لها فى هذا الباب ، كما أنها مشبطة عن إجراء الفروض التى قد يتيسر فيما بعد تحقيقها تجريبياً . وكمن الفروض التى بدت من قبل خيالية قد تحققت بعد ذلك بأزمان !

تحقيق الفرض :

والخطوة التالية بعد فرض الفروض ثم هدها أعنف قد هى أن تقوم بعملية تحقيق الفرض . وهذه العملية تشمل التجريب بالمعنى الدقيق كما تشمل الروح العامة

التي يجب أن تسود كل تجربة . فلنبداً بالحديث عن هذه الروح العامة
للمنهج التجريبي إبان تحقيق الفروض فنقول إنه ينقسم قسمين : منهج سلبي
أو استبعادى — وفيه قوم بتحديد نطاق أو مجال الفروض فنفترض ما يمكن
افتراضه من أجل تفسير ظاهرة من الظواهر ثم نسبعد ما من الفروض لا يتفق
يقيناً مع الحقائق المسلم بها من قبل ، أو القوانين الثابتة ، والقوانين الثابتة هي
القوانين التي لا مجال بعد — على أصح الآراء — للشك فيها ، مثل أن سرعة
الضوء أكبر من سرعة الصوت ، أن الأجسام تتمدد بالحرارة وهكذا . . . إلى
آخر الحقائق التي كادت أن تكون حقائق أولى . ويتصل بهذا المنهج السلبى
ما يسميه كلود برنار باسم منهج برهان الضد أو شاهد النقي (كما يقول رجال
القانون) *contre-épreuve* و *témoin à charge (contraire)* وهذا المنهج
معناه أن نأتى ببرهان مضاد على الحالة التي أثبتناها إن أمكن ، ففي امتحان العكس
نوع من إثبات الأصل ، ويتصل به أيضاً ما يسمى باسم التجريب على بياض
à blanc وذلك بامتحان الأجهزة فى الأحوال العادية أو الأوزان بحسب المعايير
النموزجية كامتحان الترمومتر فى درجة حرارة منتظمة ، أو البارومتر فى مستوى
سطح البحر ، أو الميزان بوضع قهلين متساويين نمودجين فى كلتا الكفتين .

ثانياً : المنهج الإيجابى — وفيه نحاول أن نثبت صحة الفرض فى كل الأحوال
المتنيرة الممكنة بأن تنوع فى الظروف ونطيل فى التجربة ونغير أيضاً فى الأشياء
المستعملة لإجراء التجربة . وبهذا التنوع المستمر مع بقاء حدوث الظاهرة أبداً
تابعاً لعلامة معينة نستطيع أن نثبت صحة الفرض يقيناً وهذا ما يسمى باسم « منهج
التضافر فى التفسير » *méthode de concordance variée* الذى عنى جوليلو
خصوصاً بتفصيل القول فيه . والشواهد على هذا كثيرة فى تاريخ العلم ،
فنيوتن مثلاً حيناً قام بأبحاثه الخاصة بالنبلول قد استخلم قضباناً من الفضة
والخشب والنحاس وبقية للمادن التي تيسر له استخدامها لكي يبرهن أن الأمر

لا يتوقف على معدل خاص . وكذلك جليلى في بيانه سقوط الأجسام في تجاربه التي أجراها في ييزه قد استخدم أجساماً من الحجر والذهب والنحاس . والماع الح . ويتصل بهذا النهج أيضاً تضافر نتائج القياس العددية بالنسبة إلى ظاهرة ما ، فمثلاً بالنسبة إلى معرفة عدد الجزئيات الموجودة في حجم معين من الغاز يمكن أن نجري ذلك في لزوجة الغاز أو في الحركة البراونية أو في شحنة الأيون Ion أو في النشاط الإشعاعي الراديوى ، أو في نطاق محدد من انبعاث ضوء مثلاً . فنجد من كل هذه الأحوال المختلفة أننا نصل إلى عدد هو واحد تقريباً فنستطيع بهذا أن نحدد مقدار ما في حجم معين من غازات ثم نحدد بعد هذا حركة هذه الغازات .

فمن طريق هذين النهجين : السلبى والإيجابى نستطيع إذن أن نحقق الفرض . وهنا وبعد بيان هذه الروح العامة لتحقيق الفرض تبدأ عملية التجريب بالمعنى الدقيق . ونقصد بالتجريب هنا بيان أن الروابط التي يعبر عنها الفرض موجودة فعلاً في التجربة وفي ظواهر معينة من التجربة . ومن المعلوم أننا لا نستطيع أن نشاهد القانون عياناً في التجربة الخارجية ، لأن القانون تعبير عن رابطة وإضافة ، والروابط أو النسب تقوم بين الأشياء ولا توجد في الأشياء ، لهذا فإن تحقيق الفرض إنما يتم بالنسبة إلى أحوال جزئية من تجممها وتضافر القراءات التي تقدمها ، وتوافق النتائج التي تنتهى إليها — نستطيع أن نصل إلى إثبات أن الرابطة صحيحة وبالتالي تثبت صحة الفرض .

أولاً : قواعده ولوحاته يكونه :

وضع ليكون القواعد الأولى الحقيقية لإجراء التجريب وسمى مجموع هذه القواعد باسم قنص بان La Chasse de Pan ، ويقصد من بان هنا — وهو كما نعرف إله الطبيعة والبرارى والنباتات والصيد أو القنص عند اليونان — يقصد .

به الطبيعة الكلية أو الكون . فيكون يريد من وراء هذه القواعد أن يبحث عن الطبيعة بكل ما تحتوى عليه مما يسميه هو باسم الطبائع أى الكيفيات التى توجد عليها الأشياء ، وقص بان من مميزاته كفى لليثولوجيا أنه يهين لنا اقتناص شوارد من الطيور لم تكن قصد اليها منذ البدء . قنص بان إذن يدل مجازياً عند يكون على أن هذا القنص يستطيع أن يسر لنا اكتشاف أشياء فى الطبيعة لم تكن فكر قبلا فى اكتشافها ولم نسع قصداً إلى هذا الاكتشاف . ولهذا القنص مرحلتان : المرحلة الأولى هى مرحلة التجريب ، والثانية هى مرحلة ما يسمونه باسم اللوحات أو تسجيل التجربة .

أما المرحلة الأولى فتشمل عدة أنواع أو درجات أولاها تنوع التجربة ، وقد قدم يكون لهذا مثلاً أولاً صنع الورق . فتحن نعرف أو كان هو يعرف أن الورق يمكن أن يصنع من قصاصات الثياب ، فتستطيع أن تفترض بعد هذا هل يمكن أن يستخرج من مواد أخرى مثل لب الخشب . . . الخ . فهذه هى الحالة الأولى لتنوع التجربة وذلك بأن تنوع فى اللواد التى تنتج عنها ظاهرة ما . والحالة الثانية أى أن تتصور مصادر أخرى لإحداث ظاهرة من الظواهر ، فتحن نعرف مثلاً ن الرابا المحرقة ardens تستطيع أن تركز أشعة الشمس فتفترض بالمثل هل من الممكن أن تركز أيضاً أشعة القمر . فهذا التنوع المستمر لمواد التجربة أو لئلاحوال التى تجرى فيها تجربة نستطيع أن نكشف خواص جديدة لطبائع الأشياء .

ثانياً : إطالة التجربة . وذلك بأن نستمر فى جعل المؤثر ينتج أثره فى الشئ المتأثر حتى نعلم هل من شأن هذا أن يغير فى طبيعة المتأثر أو أن ينتج ظواهر جديدة . فتحن لو عرضنا سائلا لدرجة حرارة خفيفة نوعاً ، حدث عن هذا تطير . وإذا استمررتا فى هذا طويلا حدثت عنه تصعيد ، فمن هذه الإطالة

فتأثر المتأثر بالمؤثر قد وصلنا إلى ظواهر جديدة غير التي عرفناها من قبل وكذلك الحال في أنواع الاختار أو تمدد الأجسام قد نصل عن طريق التمدد إذا ما ارتفعنا بدرجة الحرارة إلى حد كافٍ نقول أن نصل إلى درجة الانصهار ، وقد نصل بالنسبة إلى بعض الأجسام بقدر من الحرارة كافٍ أن تبلغ مرتبة التصعيد.

ثالثاً : نقلة التجربة : فإننا إذا جمعنا المواد والتعليمات والإرشادات الخاصة بصناعة من الصناعات وحاولنا بعد هذا أن ننقل من هذه المجموعة إلى صناعة أخرى ، فإننا نستطيع أحياناً أن نفيد الصناعة الجديدة من تلك المجموعة من الإرشادات المستخدمة في السابقة . فنقلة التجربة معناها إذن أن نحاول أن نطبق على تجربة جديدة أو فرع آخر غير الفرع المطبق فيه مجموع من الإرشادات ما طبق على فرع معلوم من قبل ، لعل هذا يفيد أحياناً في الصناعة الجديدة أو في تحقيق التجريب بالنسبة إلى الظواهر الأخرى .

رابعاً : قلب التجربة : وذلك بأن نحاول أن نتبين أثر العلة في الشيء المتأثر في وضع مقلوب ، فنحن إذا أخذنا مثلاً قضيباً من الحديد وسخنه ، وجدنا أن الحرارة تنتقل من أعلى إلى أسفل ، أكثر مما تنتقل من أسفل إلى أعلى ؛ — أو بتفسير الأوضاع التي تحدث فيها ظاهرة ، بأن نعدل من وضع المؤثر والأثر بعضهما بالنسبة إلى بعض ، لعل أن يكون في هذا نوع من التحسين في التجربة .

تلك هي المرتبة المتعلقة بالخطوة الأولى . ونحن لو نظرنا فيها لوجدناها في الواقع إرشادات نافذة وإعطاءات خاصة لتحقيق التجربة على أوفى نحو . وهي ليست من نوع القوانين أو اللوائح التي يفرض اتباعها فرضاً أو تصور على أنها قوانين ملزمة أو قواعد ضرورية كما سيزعم مل من بعد فيما يتصل بلوائحها .

أما المرتبة الثانية فهي اللوحات وهي لوحات الحضور والغياب وتفاوت الدرجات . أما لوحة الحضور فيقصد منها تسجيل الأحوال العديدة الممكنة

مشاهدتها أو التحقق منها بالنسبة إلى ظاهرة من الظواهر ، وقد ذكر سيكون لهذا مثلاً مصادر الحرارة ، فسر ٢٧٥ حالة فيها تحدث الحرارة ، بعضها غريب كل الفرابية مثل ما يحدث في الشتاء حيناً يأتي الإنسان فيلس جسماً بارداً كل البرودة فانه يشعر بما يشبه الاحتراق . ومن الأمثلة التي أوردتها أيضاً الاحتكاك ، الصواعق ، الاختار ، حرارة الكائنات الحية ، الصاعقة ، أشعة الشمس الخ . فلي الإنسان في لوحة الحضور أن يسجل إذن كل الأحوال الممكنة لحدوث ظاهرة من الظواهر ، والإنسان في هذه الحالة كالكائن الذي يفتش فرقة تحت قيادته ليعرف من الحاضرون ومن الغائبون . والمهم في هذا أن يسجل كل هذه الأشياء لأن المهم في هذه المرتبة الثانية من مراتب فنس بان هو التسجيل لا الاعتماد على مجرد المشابهة أو المعلومات المشوهة أو الناقصة ، وعلى هذا فإن مرحلة تسجيل الحضور من المراحل الضرورية جداً ، خصوصاً وأنها تحملنا فيما بعد على الوفاء بشروط التجربة في كل أحوالها ، أو تنوع المصادر قدر الإمكان أو الاستغناء بمصدر عن مصدر آخر حيناً يفتقد .

ثانياً : لوحة الغياب ، وليس هذا في الواقع تعبيراً دقيقاً ، إنما التعبير الدقيق أن يقال لوحة الانحراف والغياب . ولا يقصد هنا بالغياب أن يضع الإنسان إحصائية شاملة بالأحوال التي لا تحدث فيها الظاهرة ، فهذا فضلاً عن أنه مستحيل هو قطعاً نوع من المبت ، فن الذي يستطيع أن يحدد كل الأحوال التي لا تحدث فيها ظاهرة ما ؟ ! وإنما المقصود بعملية الغياب هذه أن تأتي في مقابل كل حالة من حالات الحضور بالحالة التي لا تحدث فيها الظاهرة بالنسبة إلى هذه الحالة عينها ، سواء أكانت حالة الغياب واحدة أو أكثر من واحدة . وعلى كل حال فإن أحوال الغياب بالنسبة إلى كل حالة من حالات الحضور محدودة . وإذا أخذنا للثال السابق الخاص بالحرارة وليكن مثلاً الحرارة الناشئة عن أشعة الشمس

تنظر في الحالة التي لا تتم فيها الحرارة بضياب المنصر الأصلي المولد لها في هذه الحالة وهو الشمس ، وحالة النياب هنا هي حالة الكسوف أو حالة الليل . وبالنسبة إلى حالة الحرارة في الكائنات الحية ، تنظر في حالة الكائنات اليتية . وهكذا نجد باستمرار أن أحوال النياب ستكون بهذه الطريقة محددة ولو نسبياً فنستطيع أن نقوم بتسجيل هذه اللوحة .

واللوحة الثالثة والأخيرة هي لوحة تفاوت الدرجات . فلا تقتصر على بيان الأحوال التي تحدث فيها ظاهرة ما والأحوال المقابلة لها مما تعقب فيه هذه الظاهرة بضياب مصدرها ، بل قوم أيضاً بتسجيل الدرجات للتفاوتة للظاهرة المدروسة ، فننالا بالنسبة إلى الكهرباء نعين مقدار الكهرباء التي تحدث بواسطة عمود كهربائي والتي تحدث بواسطة مجرد حك ساق من الكهرمان أو بواسطة مولد كهربى — إلى آخر هذه المصادر المختلفة لتوليد الكهرباء ، فتسجيل التفاوت في درجات إحداث الظاهرة درجة درجة حتى يكون لدينا سجل شامل بالأحوال المختلفة لظاهرة من الظواهر . وبهذا بكل تسجيل الظاهرة وتكون اللوحات وافية بالفرض للقصود منها ، وهو جمع كل ما يتعلق بظاهرة من المعلومات ، لتكوين مجاميع معينة في كل علم من العلوم ، فيتيسر لنا عن هذا الطريق اكتشاف مجموعات من العلوم ما كانت لتكتشف من قبل من مجرد تسجيل الظواهر ودراساتها دراسة منفصلة معزولة .

غير أن الملاحظ على منهج سيكون هذا أنه منهج ليس بالدقيق وإنما لا نستطيع أن نقول عنه إلا أنه مجرد نصائح وإرشادات تقدم للمجرب أثناء التجربة أو مجرد إيماءات نافعة تعينه أثناء البحث ، لهذا جاء مل من بعد ، وتبعاً للأبحاث هرشل Herschel ، فأراد أن يكون بالنسبة إلى الإستقراء ما كونه أرسطو بالنسبة للقياس ، حين وضع للقياس أضرباً وأشكالاً .

قد أراد مل جز الآخر. أن يضع القواعد أو اللوائح *canons* الضرورية كخطوات لا بد منها في المنهج التجريبي لكي يؤدي إلى التقصده وهو اكتشاف القوانين ببيان أو بإثبات روابط عليّة بين الظواهر بعضها وبعض. والفارق واضح بين ما يقصده مل وما يقصده بيكون، فبيكون أولاً لم يقصد إلى اكتشاف قوانين ثابتة ضرورية كما يدعى مل، وإنما هو قد رمى من وراء هذه الإرشادات إلى اكتشاف الطبائع أى خواص الأشياء لا الروابط الموجودة بينها بعضها وبعض. وثانياً لم يحسب بيكون نصائحه نوعاً من البرهنة، بينما عد مل لوائحهم شروطاً أساسية لتكون البرهان الاستقرائى، ومن هنا استُقبل مل انتقاداً شديداً في لوائحهم لأنها من الضيق والتحديد بحيث لا تسمح مطلقاً بالإفتراق عنها. وعلى العكس من ذلك نجد أن نصائح بيكون كانت واسعة لا تظهر بمظهر الإلزام فكان من اليسير إذن أن يؤخذ بها أو أن يعدل منها وفقاً للحاجات. هذه اللوائح التى وضعها مل *Mill* تنحصر في المناهج الخمسة التالية: (١) منهج الإتفاق. (٢) منهج الإفتراق. (٣) المنهج للزوج للافتراق والاتفاق. (٤) منهج البواق. (٥) منهج التغيرات المساوقة *variations concomitantes*

والبعض من هذه المناهج قد قال به هرشل من قبل ولكن مع اختلاف واضح يظهر خصوصاً في أن مل قد عد هذه اللوائح قواعد ضرورية كقواعد الاستقراء بالنسبة إلى الاستدلال، بينما هرشل قد عدّها مجرد فروض وإيماءات وإرشادات لجعل التجربة أكل ما يمكن أن تكونه. كما أنها تختلف اختلافاً واضحاً عما يقصده مل *Mill* فهرشل يقصد مثلاً من منهج البواق غير ما يقصده مل، إذ يحسب هرشل أن هذا المنهج هو كمنهج الاستقراء في الرياضيات مثلاً. وعلى كل

حال فعلينا الآن أن نتحدث عن كل لائحة من هذه اللوائح الخمس (أو الأربع) بالتفصيل مع قد كل منها على حدة فنقول :

١ — منهج الاتفاق : يقول هذا المنهج إن علينا أن نتظر في مجموعة الأحوال المولدة لظاهرة ما . فإذا وجدنا أن ثمة عاملاً واحداً يظل باستمرار موجوداً على الرغم من تغيير بقية السوابق أو المقدمات فمن الواجب أن نجد هذا الشيء الثابت الواحد هو علة لإحداث الظاهرة . ويضرب لهذا مثلاً ظاهرة الندى . فإن هذه الظاهرة تحدث أولاً حينما ينفخ الإنسان فيه على جسم مبتدئ مثل لوح من الزجاج في يوم بارد ، أو لوح معدني بارد كذلك ، ثم نجد هذه الظاهرة أيضاً على السطوح الخارجية لزجاجات تستخرج من بر ، كما نجد أيضاً حينما نأني بإناء فيه ماء بارد ونضعه في مكان دافئ — فنجد دائماً في كل هذه الأحوال أنه على الرغم من اختلاف المواد التي تتربك منها الظاهرة من نفخ على جسم بارد أو سطح قنينة بها ماء مستخرج من بر أو سطح زجاجة مملوءة ثلجاً أدخلت في مكان آخر ، فإن ثمة عاملاً واحداً موجوداً باستمرار هو اختلاف درجة الحرارة بين الجسم وبين الوسط الخارجى أو الشيء المماس ، فالتفرد الخارج من القم أعلى درجة في الحرارة من الزجاج البارد ، وسطح القنينة المعرض للهواء أدقاً من الماء الذى في داخلها ، وكذلك الحال بالنسبة إلى الزجاج . ومن هذا يتبين إذن أن العلة في إحداث ظاهرة الندى هو هذا الاختلاف في درجة الحرارة بين جسم ووسط تماس .

وعلى هذا يمكن وضع لائحة هذا المنهج هكذا : إذا كانت لدينا أحوال مختلفة فيها عنصر واحد ثابت باستمرار ، فإن هنا المنصر هو العلة في إحداث الظاهرة المتبعة بين كل هذه الأحوال المختلفة . ويمكن أن يعبر عن هذا رمزياً بأن يقال : إذا كانت لدينا الأحوال اب ج ، اد هـ ، اوز ، اح ط ... إلخ

فلن اهي العلة في هذه الظاهرة التي أحوالها مختلفة (وهي اب ح... إلخ) لأن ١
هي العنصر الواحد الثابت إبان كل هذه الأحوال المتغيرة.

وهذا المنهج ، منهج الاتفاق ، كثير الاستخدام في العلوم . وأكثر التجارب
التي تقوم بها في الحياة العادية تعتمد فيها خصوصاً على هذا المنهج فمن مجرد
ملاحظتنا لأنواع مختلفة من الظواهر يوجد فيها عنصر واحد مشترك باستمرار .
نستطيع أن نقين أن العلة لابد أن تكون هي هذا الشيء الثابت إبان كل هذا
التغير . ولكن يجب أن يلاحظ مع ذلك أن هذا المنهج له عيوب شديدة أولها أن
يشترط أن يوجد عامل واحد هو الثابت باستمرار إبان كل هذه الأحوال المتغيرة .
وهذا الشرط يعسر الوفاء به دائماً ، لأن العوامل متشابهة ولا يمكن أن نكتشف
عنصراً واحداً موجوداً باستمرار في الجوامع المتغيرة من الأحوال المشاهدة بل
كثيراً ما نرى هذا العنصر مختلطاً بغيره ، وقد يتضافر هو وعنصر آخر في جميع
الأحوال دون أن يكون هذا العنصر علة حقيقة وإنما يوجد بالعرض دائماً ، لأنه
لا نسبل إلى الفصل في الواقع الطبيعي بين هذين العنصرين . وعيب آخر أنه قد
يحدث أحياناً عن هذا أغلوطة من نوع الأغلوطة المعروفة باسم أخذ ما ليس بعلة
علة ، على الصورة « بقبه إذن بسببه » *post hoc, ergo propter hoc*
فتمتد من مجرد التوالى أن ثمة صلة عليه مع أن الأمر كاد أن يكون على سبيل
المصادفة . ولهذا نصح كلود برنارد بعدم الاعتماد على هذا المذهب لأنه كثيراً
ما يحيد بنا عن السبيل الحقيقي لاكتشاف العلم ، وعلينا بعد هذا أن نأتى بمنهج
آخر يعمل من دواعي الضلال هذه .

ويمكن تلاقي هذه الأغاليط بعض التلاقي بتنوع التجارب قدر المستطاع ،
وجعل الظواهر المشاهدة تخضع لظروف متباينة بحيث يقين لنا على وجه أشبه
باليقين أنه لا يمكن أن تتواطأ كل هذه المشاهدات من أجل إحداث هذه

الظاهرة المعنية دون أن تكون ثمة صلة علّية بين المقدمات وبين الظاهرة الناتجة .
ومن هنا نجد أن كبار العلماء حينما أرادوا أن يتأكدوا من صحة ما افترضوه من
صلة العلّية بين مقدمات ونتيجة ، حاولوا أن ينوعوا التجارب — كما نصح
بذلك سيكون من قبل — قدر المستطاع فيستخدموا مواد مختلفة حتى لا يكون
لهذه الأمور العرضية دخل في إحداث الظاهرة ، فجليليو في بحثه لقانون سقوط
الأجسام قد استخدم أجساماً من الحديد والنحاس والمخ ، ونيوتن في
تجاربه على البندول قد استخدم أنواعاً مختلفة من البندولات من الفضة والنحاس
والمعدن ، وكل هذا من أجل أن لا تكون الظاهرة قد حدثت لأسباب عرضية
أخرى تتعلق بالمادة . — وعلى كل حال فإن منهج الاتفاق لا يمكن مطلقاً أن يعدّ
منهجاً حاسماً ، إلى درجة أنه قد يحدث في كثير من الأحيان أن تتواطأ جملة من
الملاحظات على إثبات رابطة علّية ، دون أن تكون ثمة رابطة علّية حقيقية ،
بينما نجد في بعض الأحيان أن مشاهدة واحدة تكفي لبيان صلة العلّية بين سلسلتين
من الأحداث . ولهذا يقول جوبلوعن هذا المنهج إنه لا يمكن إلا أن يكون لونا
من ألوان إضافة مؤيدات للظواهر التي أوحى إلينا بالفرض ، ولا يمكن أن
تكفي بنفسها ، وذلك للأسباب التالية : أولاً : لا نستطيع نظراً إلى تشابك العلل
في الطبيعة أن نزل في الواقع علة واحدة تكون هي العلة المحددة بالفعل ،
فما نشدناه من عزل العلة المعنية لم يتحقق إذن بواسطة منهج الاتفاق . ثانياً :
يلاحظ أن العامل المشترك قد لا يمكن مشاهدته بطريقة شاملة في الطبيعة ،
فلا نستطيع أن نعرف حينئذ ما هي العلل الحقيقية التي أثرت في إيجاد الظاهرة .
ثالثاً : نجد في الواقع أن هذه الظواهر أو بالأحرى المشاهدات المتفقة فيما بينها
ليست إلا أنواعاً جديدة من المشاهدات تضاف إلى تلك التي أوحى بالفرض
وإن تكون لها قيمة حاسمة إذن من ناحية البرهان اللهم إلا إذا آتينا حينئذ بما

يسميه جوبلو باسم منهج الاتفاق للتبوع الذى يحملنا على النظر فى أنواع مختلفة تنسب إلى الظاهرة المعنية ، حتى يكون من هذا التبوع شاهد حقيقى على أن الاتفاق لم يكن عرضاً أو من سبيل الاطراد دون العملية ، فلينا إذن إلا تنق. كثيراً بهذا المنهج فلا تتخذ من مجرد الاتفاق دليلاً على وجود صلة العلية .

٢ - شرح المفردات :

فإذا أردنا أن نتحقق من صحة نتائج المنهج السابق ، لا بد أن نأتى بمنهج مضاد فى الصورة لكنه مؤيد فى النتيجة . فتجربى ما يسمى باسم البرهان العكسى *contre-épreuve* الذى أشاد به كلود برنارد وحسبه التجربة الحقيقية الحاسمة التى دعا إلى إيجادها ليكون . هذا المنهج يقول إذا اتفقت مجموعتان من الأحداث من كل الوجوه إلا وجهاً واحداً فتغيرت النتيجة من مجرد اختلاف هذا الوجه الواحد فإن ثمة صلة عليّة بين هذا الوجه وبين الظاهرة الناتجة . فإذا كانت لدينا مجموعة ك ل م ن ، تنتج ظاهرة ما ، ومجموعة أخرى ك ل م ه وتنتج عن ذلك اختلاف فى النتيجة فى حالة عن الأخرى ، فإنه يوجد بين ن م ه صلة العلية . ونستطيع أن نتخذ لهذا مثالا تلك التجربة التى قام بها باستير لإثبات وجود جراثيم هى الأصل فى الكون ، فى الأجسام المختمة ، أى فى وجود الاختار ، فقد أخذ باستير قنيتين وضمهما فى برميل واحد فى درجة حرارة واحدة وفى القنيتين سائل واحد ، وقد أغلق فوهة إحدى القنيتين بإغلاقاً محكماً بينما ترك الأخرى مفتوحة ، فبين له بعد قليل أن السائل فى القنينة المفتوحة الفوهة قد تغير وحدث فيه اختار ، بينما السائل فى القنينة المحكمة الإغلاق لم يتأثر مطلقاً . فاستنتج من هذا أنه لا بد أن يكون لكون فوهة القنينة فى الحالة الثانية مفتوحة . قد حدث الاختار ، وبالتالي سيكون الهواء هو العلة فى إحداث الاختار ، وذلك

لأنه يحتوي على جرائم دخلت السائل فأحدثت ظاهرة الاختبار فيه .

وهذا المنهج كثير الاستعمال ومن أخصب المناهج ولكنه مع ذلك محدود الاستعمال بمعنى أن نطاق تطبيقه ضئيل ، إذ هو يفترض مقدماً خصوصاً التجريب وذلك بأن نكون عالين بالنسبة الموجودة بين طاقة وطاقة ، وفترض أو نجري تجريباً إسقاط أحد العوامل فينتج عنه سقوط الظاهرة المطلوب دراستها . ويستعمل خصوصاً في علم وظائف الأعضاء حينما نريد أن نحدد وظيفة عضو من الأعضاء فنجرى حينئذ عملية البتر لهذا العضو لكي نبين ما سينتج عن هذا البتر من نتائج — وهذه النتائج هي التي نحدد وظائف هذا العضو . فلو بترنا مثلاً المصّب البصري لتبين لنا تماماً كيف تمّ بالعمل عملية الإبصار ، ولو بترنا مثلاً مركز اللفّة (بروكا) لتبين لنا كيف تمّ وظيفة الكلام . غير أننا قد نحدّد في بعض الأحيان عن فعل الطبيعة وذلك أن كثيراً ما نجد أنه بتر مركز يحدث لأعضاء أخرى تكيف من شأنه أن يعمل بعض الأعضاء تقوم بوظيفة العضو المبتور كما يحدث هذا بالنسبة إلى مركز بروكا نفسه ، فإن المشاهد هو أن الجزء الثاني من المخ يقوم بهذه الوظيفة .

ولكن هذه العملية عملية التجريب المتصل بالقضاء على عامل لبيان آثاره لا يمكن تطبيقها في بعض الظواهر التي تند عن قدرتنا الإنسانية ؛ فمثلاً لا نستطيع أن نلغي تأثير الجاذبية التي للأرض . كما لا نستطيع أن نغير في الظواهر الجوية العامة مثل المد والجزر والشمس والكسوف . ولهذا كان تطبيق هذا المنهج محدود النطاق . غير أن فائدته جليلة كما قال كلود برنارد ، إذ هو يكون نوعاً من البرهان العكس الذي ندلل به قلة المستطاع من أخطاء المنهج السالف ، منهج الاتفاق . غير أن نتيجته مع ذلك ليست حاسمة ، وذلك لتشابه الظواهر الطبيعية

إلى درجة تجعل من غير المستطاع عزل عامل فضلا عن أنه قد تحدث ظاهرة عن علل مختلفة لها نفس القيمة في إيجادها فنزعم حينئذ أننا نجعل بقية الملل أن الظاهرة قد حدثت بسبب إنشاء العوامل العلية المعروفة مع أن الظاهرة قد حدثت لأسباب أخرى غير الأسباب التي نعرفها فتجربة باستور السابعة قد شكك فيها على أنه قد يكون التولد الذاتي التلقائي *génération spontanée* هو الملة في إحداث ظاهرة الاختار، ولكن كان لابد من وجود تيار هواء لإحياء الكائنات التولدة .

فجاء باستير وأقام تجربة أخرى بأن أغلق الفوهة بقطن مندوف *ouate* معقم بالحرارة فبين له حينئذ أن ظاهرة الاختار قد حدثت في المفتوحة الفوهة بينما الخلقتها لم تحدث فيها ، فتأيدت التجربة مرة أخرى وإن كان قد شكك فيها بعد ذلك فاضطر باستير إلى إجراء تجارب أخرى مؤيدة . ومن هنا يتبين إذن أن منهج الاقتران ليس يقينياً وإن كان حاسماً بدرجة أكبر مما كانت الحال عليه بالنسبة إلى المنهج السابق . ويجب أن نلاحظ أخيراً أن هذا المنهج يمكن إجراؤه ليس فقط بين تجربتين بل وأيضاً ، بين سلسلتين من التجارب ولكن هذا يؤدي في الواقع إلى ما يقرب من المنهج الثالث والذي سنتحدث عنه الآن .

٣ — منهج التغيرات المساوقة *M. de variations concomitantes* :

يمكن أن يسمى هذا المنهج بطريقة أدق باسم التغيرات المساوقة للتضاضية ، أو التغيرات المساوقة النسبية (*corrélatives, proportionnelles*) إذ يقول هذا المنهج إننا لو أننا بسلسلتين من الظواهر فيها مقدمات ونتائج ، وكان التغير في المقدمات في كلتا السلسلتين ينتج تغييراً في النتائج في كلتا السلسلتين كذلك ، وبنسبة معينة فلا بد أن تكون ثمة صلة عليا بين المقدمات وبين النتائج . وليبان هذا نمود إلى

ياستبر مرة أخرى فستشهد بتجربته التي. تقول إنه أتى بمشرين زجاجة مملوءة بسائل في درجة الفيلان ، فوجد أولاً في الريف أن ثملنى زجاجات قسط هي التي تغيرت حينما فتحت ؛ وفي المرتفات الدنيا للجورا تبين له ثانياً أن خساً قسط هي التي تغيرت ؛ ولما ارتفع إلى أعلى قمة الجبال حيث الثلوج التامة لم يجد غير واحدة ، وحينما أتى بهذه القنينات العشرين في غرفة مقفلة أثير غبارها تبين أنها جميعاً قد تغيرت — فبين له من هذا أنه بمجرد تغير الجواء قد حدث تغير في النتائج أى في قابلية اختار السوائل الموجودة بالقنينات العشرين . فتم نسبة عليه إذن بين القدمات وبين النتائج ، نسبة تغير بطريقة معينة وفقاً لتغير الأحوال التي تجري بين طرفيها الظاهرة المشاهدة .

فمن هذا يتبين إذن أنه لو كانت لدينا سلسلتان من الظواهر المتوازية بحيث تكون السلسلة الأولى منها مكونة للقدمات ، والثانية للنتائج ، ووجدنا أن ثمة تغيراً في النتائج بحسب التغير في القدمات ، فلا بد أن توجد صلة عليية بين السلسلتين . فإذا كانت ك ل م ن تسبق أو تصحب ظاهرة ما «هـ» ، ووجدنا أن ك ل م ن تسبق أو تصحب هـ ، وك ل م ن تسبق أو تصحب هـ ، فإن ثمة صلة عليية بين ك و هـ .

وميزة هذا المنهج أنه يمكن تطبيقه في مجال أوسع من المنهج السالف فقد رأينا أن منهج الافتراق قد لا يمكن تطبيقه في بعض الأحوال التي لا سيطرة فيها للتجربة الإنسانية على تغير ما بها من عوامل . ولكن المنهج الجديد ، منهج التغيرات المساوقة ، تيسر إجراؤه حتى في هذه الظواهر . ومن الأمثلة على هذا ظاهرة المد والجزر ، فهذه الظاهرة لا يمكن بواسطة منهج الافتراق أن نصل فيها لأنها تجري بين أجسام في الطبيعة لا سيطرة للإنسان عليها ، ونحن نعرف أن هذه الظاهرة تحدث عن الجاذبية التي تأتي من جانب القمر صوب الأرض ، فستطيع أن نتبين صحة هذا القرض من مشاهدة أن التغيرات في مقدار المد والجزر تتناسب

تناسباً طردياً مع قرب القمر من الأرض ، فكلما كان أقرب ، كانت هذه الظاهرة أشد ظهوراً والعكس بالعكس ، مما يدل على أن هناك صلة عليّة بين القمر وبين للذ والجزر . وميزة أخرى لها أن تعدّ اليوم لليلة الرئيسية الكبرى لهذا النهج هي أنه في الواقع النهج الكمي الوحيد بين النهج الأربعة ، فبقية النهج مناهج كمية تتعلق بثبوت الظاهرة دون أن تحدّد بالدقة كميّتها ولا كيفية تغيرها وفقاً لنسبة كمية . ولكن هذا النهج يحول لنا أن نحدد بطريقة كمية حساية عددية النسبة الموجودة بين علة ظاهرة ونتيجتها ، فمثلاً بين جاذبية الأرض والأجسام ، أو بين الزمن وسرعة سقوط الجسم ، فنعرف أنه : كلما طال الزمن من نقطة بدء سقوط الجسم ، ازدادت سرعة الجسم في السقوط . وهكذا نستطيع أن نحدد بطريقة كمية النسب الموجودة بين شروط ظاهرة ونتائجها .

أساس الاستقراء :

مسألة أساس الاستقراء تدرس عادة على أنها تتألف من مسألتين : الأولى مسألة للبدا أو المبادئ التي تقوم عليها فكرة النهج التجريبي نفسه ، وثانياً : مسألة الضمان الذي يضمن لنا الانتقال من الحالات الجزئية المشاهدة إلى وضع القانون العام . وكثيراً ما اختلّطت المسألتان بعضهما ببعض خصوصاً في الرسالة الممتازة التي قلمها لاشلييه بعنوان «أساس الاستقراء» وأثارت كثيراً من الجدل في أواخر القرن ١٩ وأوائل هذا القرن ، لأنها وضعت هذه المشكلة ، مشكلة أساس الاستقراء ، لأول مرة في صيغة واضحة جعلتها من المسائل الرئيسية للنهج التجريبي . أما المسألة الأولى فيجب أن نميزها تمام التمييز من المسألة الثانية على الرغم من كل هذا الخلط ، لأنهما وإن ارتبطتا فيما بينهما ارتباطاً وثيقاً فإن الأساس فيهما ليس بواحد ، كما أن النظرة التي تحول بها بالنسبة إلى الواحدة ، لاتعين بالضرورة

تلك التي ننظر بها إلى الأخرى . فالفلسفة الأولى هي مسألة المصادرة أو المبدأ الرئيسي الذي يقوم عليه كل استقراء وبالتالي كل بحث علمي . فنحن نعرف فيما يتصل بالمنهج الاستدلالي والفكر المنطقي بوجه عام أنه يقوم على مصادرة رئيسية أو بالأحرى مبدأ ضروري هو مبدأ القاتية . وكذلك الحال نجد أن المنهج الاستقرائي أو التجريبي يقوم هو الآخر على مبدأ عام أو مصادرة هي مبدأ العلمية .

وهنا يلاحظ أن كلمة العلمية كانت تفهم بعمان عدة تكاد أن ترجع فيما قبل نهاية القرن الماضي إلى معنى واحد هو وجود قوة تحدث أثرًا ما يسمى الملول . وتبعًا لهذا كان يقال بتكافؤ العلة مع الملول ، وأن العلة تحدث الملول ... إلى آخر هذه العبارات التي تؤذن بأن ثمة قوة تنتج عنها نتيجة معينة ، وهذه القوة تسبق بالضرورة الناتج عنها أو الملول . — ولكن إذا نظرنا في القوانين التي تتصل ببيان العلة (أو العلمية) لوجدنا أنها لا تتعلق فقط بالصلة بين سابق وتال ، وإنما تتعلق بالأخرى — كما بين ذلك الأستاذ لالاند — في كتابه « نظريات الاستقراء والتجريب » (ص ١٨٧) — قول إن القوانين تتعلق :

١ — بالطبائع بالحقى الذى يفهم به يكون هذا اللفظ مثل تركيب الجزىء molecule أو تركيب الذرة أو تركيب أى عنصر كىماوى ؛

٢ — بالإضافات الثابتة الموجودة بين صفين أو سلسلتين من الظواهر الميئة بالنسبة بعضها إلى بعض تبعًا للدالة $v = d (s)$ كما يظهر هذا فى الجاذبية والانكسار والنسبة بين الشدة والمقاومة فى التيار الكهربائى ؛

٣ — بمقادير عددية ثابتة مثل سرعة الضوء ، طول الموجة ... الخ ؛

٤ — باطردات هى عبارة عن ظواهر مساوقة لأخرى دون أن تقيبن بالدقة

صلة عليّة — بمعنى قوة تؤثر في شيء — بين سلسلتى هذه الظواهر كما نجد هذا مثلاً في كون الاجترار يستقيم كونه الظلف مشقوقاً ... الخ ؛

٥ — بأحداث دورية ينظر فيها إلى أوجه ثابتة في تطورها بالنسبة إلى مجاميع متشابهة كما يظهر مثلاً في ظاهرة التبلر ، أو ردود الفعل الكيماوية أو ظواهر الهدم والبناء بالنسبة إلى الخلايا ، أو قوانين التولد والنمو والذبول والقضاء بالنسبة إلى الكائنات الحية ... الخ ؛

٦ — بملاقات الاتجاه vection كما في القانون الثانى من قوانين علم القوى الحرارية المعروف بقانون كارنو أو قانون قصان الطاقة ... الخ . فهذه الظواهر تقوم على أساس وجود اتجاهات تتجه الظواهر وفقاً له فيمدى تطورها . وهذا يظهر خصوصاً في نظرية التطور سواء منها المتعلقة بالكائنات الحية أو المتعلقة بالقرشرة الأرضية : فهنا نجد دائماً اتجاهات تسير وفقاً له الأحداث .

فالقوانين إذن تتخذ هذه الصور الست . وعلى هذا فلا يمكن أن نفهم العلية بمعنى أن ظاهرة ما لا بد أن تسبق ظاهرة أخرى أو أن ثمة قوة تنتج أثراً — فهذا وصف غير دقيق الفكرة العلية . وفكرة العلية كما نظر إليها أصحاب المدرسة الاسكتلندية وعبر عنها بكل وضوح Roger Collard تقوم على أساس مبدأين : أن القوانين ثابتة ، هذا هو المبدأ الأول ؛ وأن القوانين عامة ، وهذا هو المبدأ الثانى . أما من حيث المبدأ الأول فالتقصود منه أننا لسنا في حاجة إلى دراسة الظواهر في كل لحظات الزمان بل يكفي أن نلاحظ ظاهرة ما في زمن ما ، لكي نمك بأن القوانين التى تحكمها ستكون دائماً على هذا النحو على مدى الزمان . وليس للزمان من أجل هذا دخل فى تغيير القوانين التى تخضع لها للظواهر ، وبهذا تسبق فكرة الزمان ، فالزمان الخالق الذى تحدث عنه برجسون لن يكون

له أى أثرها . أما المبدأ الثانى فنسناه أن القانون قضية كلية بالمعنى المنطقي لكلمة قضية كلية ، ومعنى هذا أننا لسنا فى حاجة إلى دراسة كل الظواهر فى المكان بل يكفى أن نقوم بالتجربة على مجموعة من الظواهر فى هذا المكان لكي نتم الحكم فنحصله صالحاً فى أى مكان آخر . فوفقاً لهذين المبدأين : مبدأ الثبات ومبدأ العموم تقوم فكرة العلية عند هؤلاء .

واستمر هذا الرأى يشغل أذهان المناطق إلى درجة كبيرة حتى أنى لاشلييه فى أواخر القرن الماضى فى رسالته المشهورة « أساس الاستقراء » فبحث المسألة بحثاً أوفى وأتم وانتهى من هذا البحث إلى بيان أن العلية أو الجبرية إنما تقوم على أساس مبدأين : مبدأ الفاعلية ، ومبدأ النائية . وقد ابتدأ لاشلييه بحثه هذا بعبارة واردة فى كتاب كنت « قد الحكم » ومن هذه العبارة انتهى إلى هذه النتيجة التى أوردناها . أما المبدأ الأول فيقول بالنص :

« فى سلسلة من الأحداث وجود ظاهرة لا بد أن يعين وجود ظاهرة أخرى » . أما المبدأ الثانى فيقول :

« وجود ظاهرة فى نظام معين لا يتعين تمييزاً حقيقياً إلا بالنسبة إلى نظام الكل » . فلندرس كلا من هذين المبدأين بالتفصيل :

أما المبدأ الأول فهو مبدأ العلية العام مصوغاً بطريقة أكثر دقة ، ويقصد منه أن الظواهر يحدد بعضها بعضاً ، وأنه لكي يتم وجود ظاهرة من الظواهر فلا بد أن تسبق بظاهرة أخرى أو على الأقل توجد فى صلة معها بحيث يتحدد وجودها بوجود الأولى . وهكذا نجد أن الكون ستركب من سلسلة مترابطة من الظواهر التى يحدد بعضها بعضاً . وإذا اقتصرنا على هذا المبدأ ، لاستمر هذا التحديد إلى غير نهاية . ولكننا إذا استمررنا إلى غير نهاية فإننا سننتهى

قطعا إلى القوضى والاختلاط وستكون حال العالم كله في مذهب ايفور قبل جمع
القرات من أجل تكون الأكوان .

ولكن هذا المبدأ غير كاف لأن افتراض إمكان حدوث مثل هذه الحالة
حالة القوضى للطفة ممكن ، وليس أقل إمكانا من فكرة الجبرية المطلقة . فلا
بد هنا إذن في نظر لاشليه أن يتدخل مبدأ آخر يحول دون حدوث هذه القوضى
المطلقة ، وهذا المبدأ هو مبدأ النائية . والنائية هنا ليست بالمعنى للفهم عادة من
أن مجموعة أشياء تتجه نحو غاية نهائية وإنما يقصد به أن ثمة نظاما يقتضى ترابط
الأشياء على نحو ضرورى من شأنه أن يجعل الجزء الواحد يتوقف في تركيبه
وطبيعته على الجزء الآخر ، ومن هنا صاغ لاشليه هذا المبدأ على هذا النحو :
« إذا كانت الظواهر نظاما فإن هذا النظام فيه تقود فكرة الكل فكرة
الأجزاء وطبيعة الكل تحدد وجود الأجزاء » . وفهم لاشليه النائية هنا بمعنى
النائية الباطنة أى التى تتعلق بطبيعة الشيء نفسه من حيث ترتب وظائفه وأجزائه
بعضها بالنسبة إلى بعض من أجل تحقيق كاله أو فمكرته للوجهة .

ولست النائية هنا غائية خارجية بمعنى أن يكون الشيء وسيلة لتحقيق غاية
خارجة عنه ، فالنائية الباطنة عنده هى بينها تلك التى فهمها كذت وهى ترجع
فى نفس الآن إلى فكرة الجمال ، فمذ كنت أن الجمال هو وجود النظام فى الأجزاء
وتضافر الأجزاء بعضها مع البعض الآخر وصفا لما تقتضيه طبيعة الكل .

ولو قدّر لاشليه أن يعبر عن مذهبه فى صيغة أعمل انتهى إلى مذهب فى وحدة
الجمال كذهب بلون Baldwin للسى باسم pancalisme

ولو نظرنا فى هذين المبدأين لوجدنا أولاً أن الأصل فىهما يرجع إلى
النقدية الحديثة التى اعتنقها لاشليه ومثلها فى فرنسا فى أواخر القرن الماضى

ومرجعها في النهاية إلى أن الأشياء لا وجود لها في الواقع إلا لأن عقلنا يتأملها ويدركها . أجل قد يكون للأشياء في ذاتها وجود ، ولكنني لا أعلم عنه شيئاً وليس في وسعي أن أعلم عنه أى شيء . وذلك لأن الأصل في المعرفة هو التجربة ، والتجربة هي الأشياء كما يتصورها العقل . فحتى الأصل الذي أبدأ منه والذي يدعيه أصحاب المذهب الوضعي الذي يقول بوجود خارج النقل ، لا يمكن أن يتحقق إلا بواسطة عقل يحده ، والعقل لا يستطيع أن يدرك الأشياء إلا على أساس أن بها نظاماً ، فكمّا أنه يفترض في إدراكه للوجودات والمقولات مبدأ الذاتية حتى يتم أى فكر سليم ، فإنه كذلك يفترض مبدأ النظام لكي تتم المعرفة .

وعلى ذلك فلما كانت الطبيعة الخارجية لا وجود لها إلا بوصفنا مدركين لها ، فلا بد أن يسودها إذاً هذا اللبأ ، مبدأ النظام . لهذا لا نستطيع أن نساير مبدأ الملل الفاعلية أى مبدأ الجبرية إلى نهايته ، بل لا بد أن يتدخل دائماً مبدأ النظام كي يبدل من شطحات المذهب الأول ، حتى نترك الحقيقة الخارجية الإدراك السليم . وهنا نجد لاشلييه يعتمد حتى على أبحاث العلماء الوضعيين التجريبيين ويهيب خصوصاً بكلود برنار ، وعلى وجه التخصيص بفكرته في الصورة للوجهة *idée directrice* ويذهب إلى تفسير هذه الفكرة على أنها تدل على معنى الغائية ، ولو قدر له أن يفسر كلود برنار لقال ان هذه الصورة للوجهة لا توجد في الكائنات الحية وحدها بل وأيضاً في الجمادات . فحركات الكواكب بعضها بالنسبة الى بعض إنما تتم أيضاً تبعاً لصورة موجبة . وانتقال ذرة الهيدروجين من حمض لكي تتحد بمنصر مكونة ملحاً ، إنما يتم أيضاً تبعاً لصورة موجبة . وانتقال قطعة من الجبس في المحلول لكي تنضم إلى البلورة التي بسبيل التكوين على نحو يحمل البلورة ذات شكل هندسي دقيق إنما يتم أيضاً تبعاً لصورة موجبة .

فلننظر الآن في كل مبدأ من هذين البدأين القديين قال لاشليه إنهما الأساس في الاستقراء والنهج التجريبي عموماً . ولنضرب صفحاً عن للذهب لليتافيزيقي الذي أقام على أساسه هذا القول . قد يمكن أن تكون هذه المقالة التي قال بها لاشليه مفهومة معقولة في داخل هذا الإطار لليتافيزيقي الذي قال به وهو الإطار النقدي المحدث ، ولكننا لا نريد أن ننظر إليه هنا إلا من ناحية علم المناهج . فنقول انه فيما يتصل بالمبدأ الأول ، هذا البدأ يقول إن الظواهر يمتين بعضها بعضاً ، فهناك سابق يؤثر في اللاحق بالضرورة أو على الأقل هناك أشياء يؤثر بعضها في بعض . ولكن قد يقال هنا إننا حين التجريب لا نبدأ من هذا المبدأ ، إنما هو مبدأ قد نحصله باستمرار التجريب وتواليه . ولكن هذا الاعتراض على مبدأ لاشليه ليس بوجيه ، وذلك لأن التجريب نفسه لا بد أن يقوم في أول الأمر على افتراض ضمني على الأقل لمبدأ الجبرية . إذ ما معنى التجريب إلا أن يكون هناك افتراض أن الأشياء التي حدثت اليوم ستحدث أبداً مهما اختلفت أسباب الزمان والمكان ! فهذا يجب — كما يلاحظ الأستاذ لالاند — أن نقول إن مذهب لاشليه مصيب .

أما عن البدأ الثاني وهو مبدأ النائية الباطنة فهو مبدأ مخوف بالكثير من النعوض ، فضلاً عما فيه من نزعة لا نقول انها مضادة للعلم بل نقول على أقل تقدير إنها خارج العلم . فيلاحظ أولاً أنه ليس من الضروري أن تشتط النائية في كل الظواهر . فهذا المبدأ إذن يتجاوز الحقيقة وأعم منها . فتتلا في علم كالفلك نحن لا نفترض مطلقاً ولا يمكن أن نفترض أن ثمة غائية أي نظاماً في حركات الكواكب ، وإلا عدنا إلى ذلك الفلك للتهمد القديم الذي كان يقيم قواعده وأقواله على أساس اعتبارات صوفية كما فعل الفيشاغوريون مثلاً أو كما تفعل أنواع الفلكيات المرتبطة بفكرة النائية لأسباب دينية . وعلمنا هنا إذاً ألا نشهد

نظاماً بل تنظر في الحركات كما هي بأن تعتبر القوى المؤثرة وعلى أى نحو يتم التأثير بواسطة المجاذبية مثلاً ونحدد الحركات التى تقوم بها الكواكب وفقاً لتأثير هذه القوى .

وثانياً يجب أن يلاحظ أنه مبدأ ملتبس ، يحتمل للكثير من التأويل لأن فكرة النظام فكرة غامضة: فقد يكون النظام فى الثبات كما كان فهمه اليونان خصوصاً ، وقد يكون النظام فى الحركة ذات الاتجاه كما تفهمه فعلاً الروح الأوروية ، فإذا كلن لدينا فرضان فيما يتصل بتكوين الكائنات مثل فرض « أجاسيس » Agassiz الذى يقول بالثبات ، بينما هناك فرض أصحاب التطور ابتداء من لا مارك حتى دارون الذى يقول بالتطور الحركى للكائنات ابتداء من البلورة حتى الإنسان — فالبدأ هنا إذا مبدأ النظام يمكن أن يُفسر عدة تفسيرات ، ومن هنا لا نستطيع أن نقول إنه مبدأ ثابت محدد للتفسير . والواقع أن ثمة شبهة كبيرة بين هذين اللبداين وبين التفسير الذى أحل به روائيه كولار . وذكرناه من قبل لفكرة القانون ، يقول روائيه كولار إن القوانين ثابتة ، يناظر تماماً قول لاشليه إن الظواهر يمتن بعضها بعضاً فى الوجود ؛ وقول لاشليه إن وجود الكل يحدد طبيعة الجزء ، يناظر قول روائيه كولار إن القوانين عامة — مع ما فى هذا التفسير أو التشبيه من تصسف .

فإذا نظرنا نهائياً فيما انتهى إليه تحليل لاشليه لأساس الاستقرار وجدنا أن القسم الأول منه هو للطلق بالجبرية صحيح بوجه عام ، ولكن لم يأت فيه بشئ جديد بخلاف ما أتى به من حلول العلمية من قبل . وللبدا الآخر الذى كان جديداً بعض الجدة على الأقل بالنسبة إلى تحليل النتج التجريبي وأساس الاستقرار يحيط به الغموض من كل جانب ولا يصلح فعلاً أن يكون أساساً حقيقياً أو ميدهاً للاستقرار . ومن هنا نجد أن اللاتفاق قد حاولوا فى أوائل هذا القرن وبعد أن أثار لاشليه مشكلة

أساس الاستقراء هذه الإثارة حتى جعلها تقريباً من أكبر للوثرات على الفكر الفرنسي للماصر ، هـول إنهم بحثوا بعد هذا عن أساس الاستقراء فكانت آراؤهم متضاربة بين نزعة فعلية أو برجماتية يمثلها خصوصاً من بين العلماء : دوم وبوانكاريه ، ونزعة منطقية منهجية حاولت أن تقدم أنواعاً من المبادئ العامة التي هي بالأحرى يجب أن تمتد أوصافاً للأفكار الحادية لدن العالم إبان البحث ، ويمثل هذا الاتجاه خصوصاً الأستاذ لالاند وجوبلو ؛ وثالثاً نجد فريقاً من العلماء المختصين الذين لم يشاءوا الذهاب إلى الحد الذي ذهب إليه دوم وبوانكاريه من الشك في إمكان اليقين بالنسبة إلى النظريات الكبرى والفروض العامة ويمثل هذا الاتجاه خصوصاً في فرنسا لالانجفان وبيران Langevin, Perrin أما دوم وبوانكاريه فقد عرفنا من قبل مذهبهما ، بفلاصة مذهب الأول أننا نقتطع من الوقائع أشياء نفترض افتراضاً أنها تمثل الوقائع الحقيقية مع أنها ليست في الواقع غير اتقطاعات ذهنية وتقطعات في الوجود الحقيقي لا تمثلها تمثيلاً حقيقياً . وما التفسيرات إلا أنواع من الفروض للبسرة التي تمثل لنا الحقيقة الواقعة على نحو أو على نحو آخر . وبوانكاريه يذهب إلى نفس للذهب فيرى أن النظريات العلمية لا يمكن أن يبرهن عليها فييقين وأتأهنا بإزاء فروض ميسرة فحسب ، وأن في الاستقراء من الفرر والمجازفة والبعد عن اليقين قدراً هائلاً وبالتالي لا سبيل إلى إثبات النظريات الكبرى بوجه خاص لأنها تقوم على تعميمات أكبر . ويميز حينئذ بين التجارب الجزئية التي قد يكون فيها مقدار وافر من اليقين وبين الفروض العامة التي يمكن أن تمتد مجرد فروض ، نصيبها من اليقين لا يربو كثيراً على نصيبها من عدم اليقين . والأصل في نظرية هؤلاء ومن جرى في أثرهم التمييز بين مسألتين يجب في الواقع أن يميز بينهما بمنتهى الدقة ، وهذا التمييز هو التمييز بين الواقعة وبين التجربة .

تماماً الواقعة فهي الأشياء الخارجية ، وأما التجربة فهي التفسير الذى تعطيه لهذه
الوقائع الخارجية . وقد تكون الأولى سليمة وواقعية تماماً ، ولكن اللهم هو
التفسير الذى تعطيه لهذه الوقائع فكما يقول بينيه Binet : أجل إن المسألة مسألة
ملاحظة وتجريب ؛ لكن ما أشق إيجاد الصيغة الدقيقة للمبرة عن الوقائع ! وعلى
هذا فإن القسم الثانى ظاهر أنه يتوقف تماماً على العقل الإنسانى ؛ والقسم الأول
لا سبيل إلى الوصول إليه فى ذاته لأنه إذا كان موجوداً فى ذاته فلا يمكن أن نعلم
عنه شيئاً إلا بحسب تجربتنا له ، فالأمر سيرتد فى النهاية إلى تجربتنا العقلية الخاصة
وعلى هذا فكأننا سترتد أيضاً إلى العقل الإنسانى وطرقه فى الإدراك . وهذا
السحر الذى كان يضفى على فكرة التجربة قد زال فى النهاية . ومفالة الوضعيين
فى الإشادة بالتجربة والتجريب إنما تقوم على نوع من الادعاء الزائف لا أساس
له . فـ جُرب ما شئت أن تجرب ولكن اللهم هو أن تفسر ما قت به من تجارب
وما قمته لك هذه التجارب من نتائج . وهذه مسألة تتوقف على ذهن العالم وحده ،
والأمر إذن يتوقف فى النهاية على العقل الإنسانى بما له من تركيب خاص ومن
ميل معين إلى تفسير الأشياء على نحو دون آخر . فملينا إذن أن نطامن من حدة
ادعاء الوضعيين الذى لم يعد نستحق إلا الانقسام المريض لأنه تبين أنه يقوم على
عدم إدراك كاف لمعطيات التجربة وشرائط الاستقراء .

أما أصحاب الاتجاه الثالث من أمثال لانجفان وبران ، فإنهم لا يريدون أن
يتخذوا من هذا دليلاً على استحالة الإدراك للطابق للواقع لكل الأشياء . فإذا
كانت الفروض الواسمة فى العلوم الطبيعية لم تتحقق كلها على وجه اليقين فلا يجب
أن نياس من إمكان تحققها يقيناً يوماً من الأيام ونحن دائماً بسبيل تحقيق
فروض بعد فروض وهكذا باستمرار . ومن الملاحظ طبعاً أن موقف هؤلاء

لا يختلف كثيرًا عن موقف أجداب للذهب السائب إلا في هذه التفتيات التي إن بدت حازت في باب الأخلاق فلا تجوز في باب العلم .

بقى إذن التيار الثانى الذى يمثل للناطق للتهجيون . وهنا نجد « لا لاند »
أولا يقول إن ثمة مبادئ ثلاثة تقوم عليها مبادئ الاستقراء ، وقد رأينا من قبل كيف ميز بين مسألة مبادئ الاستقراء ومسألة أساس الاستقراء ، وهى تفرقة ليست واضحة لديه بطريقة كافية فهذه المبادئ الثلاثة هى مبدأ إمكان الاستدلال *deductibilité* ثم مبدأ الاحتمالية للتسمية *probabilité complémentaire* ثم مبدأ التعميم *universalisation* أما للبدا الأول فخلاصته أنه لكي يتم استقراء صحيح فيجب أن يكون في الوسع إجراء استدلال بعده ولذا يقول بصريح العبارة إنه يجب أن يكون الاستدلال والاستقراء معاً متضافين في داخل عالم مقال شيء واحد . والذى يثبت لنا صحة الاستقراء هو إمكان الاستدلال .

فإذا أمكننى بعد فرض الفروض أن أستنتج بواسطة الاستدلال نتائج قابلة للتحقيق والتطبيق كان الاستقراء صحيحاً . وللبدا الثانى يقوم على أساس فكرة الاستبعاد : فنحن دائماً يلزأ طائفة كبيرة من الفروض علينا أن نسبعد الواحد منها بعد الآخر وفقاً نكون هذا الفرض أو ذاك يخالف ما ثبت علمياً حتى الآن وهكذا حتى ننتهى إلى فرض واحد يكون هو الحقيقى . فهذا التهج السلبى ، منهج الاستبعاد ، هو مبدأ من المبادئ الرئيسية في الاستقراء .

وحينئذ قد يعترض على هذا بأن يقال إن ميدان الفروض فسبح لا يحده فكيف تقوم إذن بهذه العملية التى تبدو مستحيلة ؟ يجب على هذا لا لاند بأن يقول إن مجال الفروض محدود بحسب طبيعة المادة التى يجرى عليها الفرض

فتثلاً بالنسبة إلى المجموعة الفلكية ، نجد أن لدينا فرضين : إما أن تكون الأرض هي التي تدور حول الشمس ، أو الشمس هي التي تدور حول الأرض . فنحن إذن بين فرضين ، وإذا وُجد مثلاً أن أجساماً مكهربة قد أفرغت شحنتها الكهربائية حينما توضع فوق موقد ذى غاز مشتعل فإن هذا إما أن يرجع إلى الحرارة أو إلى تحول الغاز إلى أيونات ، فتستبعد الفرض الأول بإثبات أن إفراغ الشحن الكهربائية يتم بدون وجود الحرارة ؛ فلا يبقى إلا الفرض الثانى وهو تأين الغاز . وهكذا نجد باستمرار أن المجال محدود فى الفروض . — وفى هذا الرد شيء من الوجهة ، ولكنه ليس صحيحاً فى كل الأحوال ، فضلاً عن أنه لا يقدم فى الواقع قوة دافعة إلى فرض فروض كثيرة عسى أن يتحقق منها واحد غير ما كان يفكر فيه . وعلى كل حال فهذا المبدأ الثانى ينطوى على كثير من الاحتمالية ، ويدخل فيه حساب الاحتمال إلى حد بعيد .

والمبدأ الثالث يمكن أن يلخص فى قولنا إن الأشياء التى تسير على قانون ما يجب أن تستمر على نفس الطريقة إلى أن يظهر برهان عكسى . وهنا نحن نفرض — كما قال جوبلو — فرض إمكان أن يسير الزمان والمكان كما هما الآن وأن تكون الظواهر العامة التى تدخل فى إطارها الظواهر الجزئية سائرة كما هى فلا نفترض مثلاً فناء الشمس أو ظهور قوة جديدة أو تدخل قوة مفاجئة من عالم مجهول ، وعلى هذا نستطيع أن نستمر على هذا المبدأ ما دمنا لا نجد فرضاً مضاداً أو برهاناً عكسياً ينفي ما نقول . غير أننا نلاحظ أخيراً على هذه اللبائى أنها توجيهات للبحث العلمى أكثر من أن تكون نياتاً لأساس الاستقراء . والرأى الصحيح الذى يجب أن ننهى إليه هو رأى أصحاب النهج الأول ، فالنتيجة الأخيرة التى نستطيع أن نستخلصها هى أنه لكى يقوم العلم لا بد أن يفرض الجبرية ، والجبرية الدقيقة إلى أقصى حد ، وأنه يجب ألا تتوقع تغيراً مفاجئاً

للقوى للثورة في الكون ، ولا يفرض أى تدخل خارق للطبيعة في ظواهر الطبيعة . وعلينا أن نؤمن بالجبرية المطلقة والحتمية المطلقة الموجودة في الطبيعة إلى أقصى حد ، وهذا الإيمان ككل إيمان مصادرة فحسب أى شيء نصادر عليه . ونفترضه افتراضاً ولا أساس له من الواقع ، إن كان ثمة بعد مجال للتحدث عن أى واقع .

المنهج الاستردادى

يتكون التاريخ من وقائع حدثت مرة واحدة وإلى الأبد ، فيما يتكون العلم من حقائق قابلة دائماً لأن تعود ، وما ذلك إلا لأن التاريخ يقوم على الزمان ، وأول خاصية من خصائص الزمان عدم قابلية الإعادة *irréversibilité* لأن الصفة الرئيسية للزمان هي الاتجاه ، والاتجاه يقتضى السير قدماً دون تراجع أو تخلف أو تكرار ، ومهمة علم التاريخ أو التأريخ أن يقوم بوظيفة مضادة لفعل التاريخ ألا وهي أن يحاول أن يسترد ما كان فى الزمان ، لا ليتحقق ضلياً فى مجرى الأحداث فهذا ما ليس فى وسع أى كائن من كائن أن يقوم به وحتى الله نفسه لا يحمل شيئاً قد كان يتكرر هو نفسه مرة أخرى كما أنه لا يحمل شيئاً كان ألا يكون قد كان . وأما مهمة التأريخ فهي أن يحاول أن يستعيد فى الذهن وبطريقة عقلية صرفة ما جرت عليه أحداث التاريخ فى مجرى الزمان ، محاولاً أن يتصور مجرى هذه الأحداث وكأنه يجرى فى اطراد موجه . ومن حيث أن هذا لا يمكن أن يتم إلا بنوع من التجربة الحية التى يحاول المرء فيها أن يمانى فى نفسه ما قد كان حسباً كان ، فإن التأريخ الحق هو ذلك الذى يستطيع أن يحيا تجارب الماضى ، كما حدثت ، فى نوع من التخيل . ولكن هذا التخيل ليس تخيلاً مبتدعاً ؛ إنما يجب أن يقوم على أساس ما خلفته الأحداث للماضى من آثار ، ذلك أن ما كان لا يمكن أن يستعاد بحال . إنما يمكن أن يستعاد نظرياً بنوع من التركيب ابتداء مما خلفه من وقائع يعمل الذهن فيها أحياناً وانخيلاً للبتدع أحياناً أخرى ، على أساس نوع من الوجدان هو ما يسميه

اشينجلر باسم « التوسم » *physiognomique* ، فهذا التوسم تكون الصورة للماضية على خير وجه متيسر . وقيمة هذا التوسم تتعلق من ناحية بقدرة المؤرخ للتوسم ، ومقدرته على النفوذ وراء الآثار في اكتناه للصورة الكلية للتصلة التي تعبر عنها هذه الظواهر المتتارة أو الآثار للتباعدة ، وهذه مسألة لا تتعلق بالعلم في شيء ، إنما هي نوع من الهبة الطبيعية التي لا تتوافر إلا للممتازين ، فليس لنا إذن أن نبعث فيها ، ولكن هذه الهبة لا تستطيع أن تأتي بنتائج صحيحة إلا بالاعتماد على الآثار المتخلفة عن الأحداث التاريخية ومن هنا كان لهذه الآثار التي يسمونها باسم الوثائق *documents* أكبر قيمة في الدراسة التاريخية .

فالتأريخ لا يمكن أن يتم حقاً ، كما يقول Seignobos & Langlois في كتابهما الممتاز^(١) « للدخل إلى الدراسات التاريخية » *Introduction aux études historiques* ، قول لا يمكن أن يقوم التأريخ إلا على أساس من الوثائق ، وهذه الوثائق تنقسم إلى : آثار أو مخلفات خطية ، أو روايات ، أو نقوش .. إلخ ولهذا يجب أن تكون الخطوة الأولى في للنهج التاريخي هي خطوة البحث عن الوثائق ، وهي ما يسميه المؤرخون الألمان باسم *Heuristique* *Heuristik* من كلمة يونانية تدل على البحث أو الوُجد ، ومعنى هذه الكلمة محاولة لإيجاد الوثائق الكافية أو الممكن إيجادها المتعلقة بحدث من الأحداث التاريخية .

فلنبدأ أولاً أن نجتمع كل ما يمكن جمعه من الوثائق المتعلقة بمصر من المصور

(١) راجع الآن ترجمتنا لهذا الكتاب ضمن كتابنا : « التقدير التاريخي » ، القاهرة سنة ١٩٦٣

أيما كان نوع هذه الوثائق ، وأن نضمها جميعاً في مكان واحد هي بينها أو على الأقل ما يمكن جمعه منها ثم صوراً لما لا يمكن وضعه في هذا المكان . والخطأ الأكبر الذي يقع فيه المؤرخون إنما كان ينشأ دائماً من كونهم لا يتوافر لديهم كل الوثائق المتعلقة بالحادث موضوع الدرس . ولم ينهض التأريخ نهضته الحقيقية إلا بعد أن هيأت المكتبات والمتاحف ودور المحفوظات التي تضم الأشتات المختلفة لموضوع واحد في مكان واحد ميسرة بهذا للمؤرخ أن يقوم بعمله . وإذا كنا لم نستطع أن نصل حتى الآن إلى نتيجة مرضية من هذه الناحية فإن التقدم الهائل لعم القبولوجيا لم يتم في الواقع إلا بفضل الجهود الضخمة التي بذلت في هذا السبيل في أواخر القرن للامضى وأوائل هذا القرن . ولا خير على الإنسان أن يبدأ أولاً بجمع الوثائق من أى مصدر كان وأن يضم بعضها إلى بعض دون ترتيب أو تمييز أو اختيار أو تصنيف لأن المهمة الأولى في الواقع هي جمع الوثائق من مظاهها في كل مكان . حتى إذا ما انتهت هذه الخطوة الأولى أمكن بعد للمؤرخين أن يمنوا بهذه الوثائق ويتوفروا على دراستها ليستطيعوا عن هذا الطريق أن يصلوا إلى الأحداث التاريخية التي ليست هذه الوثائق غير آثار متخلقة عنها .

فلعلنا إذن كخطوة أولى أن نضم كل الوثائق المتعلقة بشيء ما — سواء أكان حدثاً تاريخياً ، أم كتاباً يراد نشره ، أو كان صيغة دبلوماسية أو عقداً من العقود وعلى وجه العموم أى شيء يراد استرداده تاريخياً ، علينا أن نجمع هذه الأشياء في مكان واحد قدر المستطاع إما هي نفسها أو صوراً منها ، مضيفين إليها أن أمكن كل المصادر غير الباشرة التي تعيننا على تحقيق صحة الوثائق للدروسة كما سيتبين بعد قليل .

وإذا تمت هذه الخطوة الأولية بدأت الخطوة الحقيقية في النهج التاريخي وهي خطوة النقد .

القمر : هذه الوثائق التي يعتمد عليها للزخ يجب أن تكون نقطة البدء لكي يصل في النهاية إلى الواقعة التاريخية التي تمتد الغاية الأخيرة . ولكن بين الوثيقة وبين الواقعة التاريخية المستردة طريقاً شاقاً طويلاً يقوم كله على أساس أنواع من الاستدلال : فيها ما هو استدلال خالص ، ومنها ما هو برهان بواسطة المماثلة أو التمثيل أو قياس النظير ، ومنها ما يقوم على الاستقراء . وهذه الخطوات المتوسطة بين نقطة البدء ونقطة الانتهاء هي الوصف الحقيقي للمنهج التاريخي . وأى خطأ في أية نقطة من هذه السلسلة الطويلة سيؤدى قطعاً إلى خطأ قد يكون فاحشاً في بعض الأحيان . فعلىنا إذن أن نمن في تحديد الخطوات الموصلة من نقطة البداية إلى النهاية ، وأن نضع كل القواعد الدقيقة التي يجب اتباعها والسير بكل دقة لتنفيذها حتى لا يكون ثمة قصص في أية خطوة نخطوها وحتى لا نضل إلى نتيجة خاطئة تبعا لخطأ عرضي جزئي قننا به في أية مرحلة .

ولو نظرنا في الوثائق لوجدناها على نوعين : النوع الأول هو الآثار أو الأشياء المصنوعة ، والنوع الثاني هو الآثار الكتابية التي قد تكون وصفاً لحادث تاريخي ، أو قد تكون رواية عيانية لهذا الحادث ، أو قد تكون مجرد جمع روايات عيانية وغير عيانية لهذا الحادث التاريخي . أما النوع الأول فيسير ، لا يؤدى كثيراً إلى الأخطاء اللهم إلا من حيث بيان صحة نسبته التاريخية ، وذلك لأنه أثر مادي ؛ وكل أثر مادي يتكافأ مع مؤثر حقيقي فعلي ، فمن اليسير إذن وصفاً لحالة الأثر أن نكشف عن حالة المؤثر . فآثار كالأهرام مثلاً والمسابد والأبنية أو الترع أو التخطيطات للمدن المختلفة ، كل هذه الآثار من اليسير أن نحدد ما لها من صلة بمنشئها ، لأننا هنا بإزاء أشياء مادية تقريباً ومن اليسير في مثل هذه الأحوال أن نحدد الصلة الوثيقة بين الأمر المادي والمؤثر الفاعل .

أما في حالة النوع الثاني من الوثائق ، فالأمر عسير كل العسر لأنه عبارة

عن الآثار المتخلفة في نفسية إنسان عن حادث من الأحداث ، والإنسان بطبعه
حر متغير كثير التأثير يخضع لموامل عدة ويتأثر بها بطرق مختلفة وعلى أنحاء
متعددة ، فضلاً عن أن لديه دواعي عدة للتحريف أو التزييف أو الوقوع في الخطأ
أو مجرد الوهم ، ومن هنا فإننا سنكون حينئذ بإزاء محاولة شاقة لاستكناه الموامل
النفسية التي أثرت فيمن كتب هذه المخلقات الخطئية لكي نقبين الدوافع التي
دفعته وصحة هذه الدوافع ومقدار الصدق في قول الحادث ، إلى آخر هذه المسائل
المتعلقة بامتحان صحة الروايات . والأمر قد يكون أبسر بالنسبة إلى المخلقات
الحديثة ، بينما الأمر شاق جداً فيما يتصل بالآثار القديمة أولاً لأن عوامل التفسير
من أيد كثيرة مرت بها هذه الأشياء أو من مجرد فصل الزمان الذي يعنى على
الآثار ، فضلاً عن عدم الدقة في المؤرخين الأقدمين نظراً إلى روحهم التوكيدية
القاطعة أو إيمانهم الساذج ببعض الأحداث دون قد أو تمييز — لهذه الأسباب كلها
يكون الأمر عسيراً كل العسر في تحديد صحة الوثائق المتخلفة عن العصور القديمة
فعلينا إذن أن نقوم بعملية امتحان قاس لكل هذه الوثائق المتخلفة عن الحادث
موضع الدرس وذلك بأن نسأل أولاً : هل الوثيقة صحيحة ، أى كما كانت في
الأصل ؟ وإذا لم تكن كذلك فإذا عسى أن يكون النص الصحيح ؟ ثم نحقق
المصدر الذي تنسب إليه الوثيقة ، وهذا ما يكون النقد الخارجى أو *critique externe*
أو قد التحصيل *critique d'érudition* أو النقد
الفيلولوجى *critique philologique* .

وعلياً بهذا الخطوة الثانية أن نسأل أولاً : ما معنى هذا النص ؟ ثانياً : هل آمن
به صاحبه ؟ ثالثاً : هل كان محققاً في إيمانه به ؟ وهذه للسائل الثلاث هي التي
تكون ما يعرف باسم النقد الباطن *critique interne* . وبواسطة هذين
النهجين نستطيع أن نصل أولاً إلى تحديد دقيق لصحة الوثيقة التاريخية وهذا يتم

يفضل النقد الخارجى ؟ وثانياً إلى فهم معنى الوثيقة — وهذا ما يقوم به النقد الباطن ، ولهذا اتسم النقد التاريخى إلى قسمين ضخمين : النقد الخارجى والنقد الباطن . فلندرس كلا على حدة بالتفصيل :

١ — النقد الخارجى :

يجب أن نلاحظ أولاً : أن مهمة المؤرخ كأشقى ما تكون المهمة . وذلك لأن الوثائق التى لديه ليست كالمواد الطبيعية التى يجرب فيها الفزيائى أو الكيماى لأن هذه الوثائق ليست هى الأحداث الواقعة وإنما هى قرارات وأوصاف عنها وروايات مفصلة بها ، وما مثل للمؤرخ فى هذه الحالة إلا كمثل الكيماى الذى لا يمان التجارب بل يكتفى بدراسة القرارات التى يقدمها له المحضر فى العمل ، بل الأمر أعسر بكثير ، لأن فى وسع الكيماى أن يمان بنفسه هذه الظواهر الكيماية بإعادة التجارب من جديد والتحقق من صحة قرارات المحضر ، أما للمؤرخ فليست له حتى هذه الوسيلة : فما كان قد كان ولا سبيل إلى إعادته ، ولهذا كانت مهمته محفوفة بكثير من الصعاب ، مما سيقين من دراستنا لكل جزء من جزأى النقد التاريخى .

أما النقد الخارجى فيقسم قسمين : أولاً : نقد الاستمادة أو نقد التصحيح ، وثانياً : نقد المصدر .

١ — نقد الاستمادة critique de restitution :

يقوم هذا النقد على أساس التحقق من صحة الوثائق التى لدينا عن الحادث ، فعلى أن نعرف : هل الوثيقة صحيحة ؟ أى أنها هى الوثيقة الحقيقية التى كتبها صاحبها . فكثيراً ما يدخل فى الوثائق كثير من الحشو أو قد يضاف إليها كثير من الإضافات الزائدة المقصود بها الإكمال ، وأحياناً يكون النص محرفاً فى بعض

أجزائه ، وأحياناً رابعة يكون النص مزيفاً تماماً . وهذا التزييف يتعلق إما بالوثائق ذات القيمة أو بالوثائق الضئيلة القيمة ، وعلى كل حال فهذه مسألة تتعلق بالأحرى بالقسم الثانى من النقد الخارجى أى ذلك المتعلق بنقد المصدر . ولدينا فيما يتصل بالوثائق أحوال ثلاث رئيسية : الأولى . منها أن تكون لدينا نسخة بخط المؤلف من الوثيقة . موضوع البحث ، فيعتقد يكون الأمر يسيراً وما علينا فى هذه الحالة إلا أن ننسخ هذه الوثيقة كما هى فى الأصل تماماً دون أن نزيد فيها حرفاً أو نقص منها شيئاً ، حتى لو كانت مليئة بالأخطاء . فهمتاً فى هذه الحالة مهمة فوتوغرافية — إن صح هذا التعبير — لأن المطلوب هو تقديم وثيقة المؤلف الأصلية بالضبط . كما كتبها . والحالة الثانية أشد عسراً وهى ألا تكون الوثيقة مخطوطة بخط المؤلف . بل نسخة وحيدة . وهذه النسخة الوحيدة قد تكون أحياناً كثيرة مليئة بالأخطاء . وهذه الأخطاء إما أن تكون أخطاء فى الحكم أو أخطاء عرضية . أما الأخطاء فى الحكم فتتعلق إما بالجهل من جانب الناسخ أو بمحاولة إصلاح النص حسب فهمه الضيق فيسمى إلى النص من حيث أراد أن يصلحه . ونحن نجد الكثير جداً من هذه الأخطاء التى تحدث عن جهل الناسخ وعدم فهمه للأصل تماماً خصوصاً فى المخطوطات العربية . أما الأخطاء العرضية فننشأ من الناسخ إما بنسيان بعض الألفاظ أو بتشتت انتباهه أثناء النسخ أو أخطائه إنشاء الإملاء أو من مجرد الأخطاء التى يرتكبها خطياً مما يسمونه بالأخطاء القلمية *happus calami* . فهذه الأخطاء المتعلقة بالتعريف فى النص يمكن إصلاحها بوجه عام عن طريق استقصاء الأخطاء التى يقع فيها المرء عادة أثناء النسخ مثل تكرار بعض الكلمات أو بعض المقاطع وهو ما يسمونه *dittographie* أو ذكر مقطع من المقاطع المتكررة دون المقاطع الأخرى وهو ما يسمونه *haplographie* والأخطاء فى علامات الترقيم ... الخ .

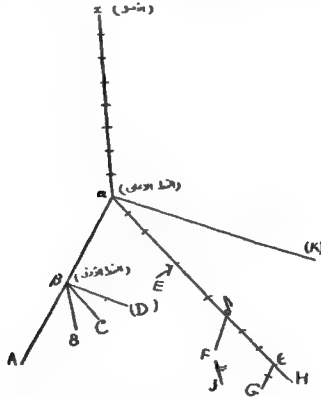
وهذه الظاهرة المتصلة بالأخطاء الكتابية تبدو في أحد صورها في الكتابة العربية خصوصاً وأنها عانت الكثير من التطورات في البدء كانت الحروف تكتب من غير قطع ولا إجماع ، فضلاً عن أن الشكل لم يكن قد وجد بعده وهذا أظهر ما يكون في اختلاف القراءات بين الصائغ المختلفة وبين القراء المختلفين ، كما يظهر في النصوص التي اختلف عليها أكبر اختلاف سواء النصوص الأدبية ونصوص الحديث بأنواعها ، ولكي يصلح النص إصلاحاً حقيقياً يجب على من يتصدى لهذا العمل أولاً أن يكون محيطاً باللغة التي كتب بها النص ، ثانياً أن يكون عالماً بالخطوط التي كتبت بها النصوص التي يشتغل فيها ، وبكل الخطوط التي مرت بلغة من اللغات إذا كان يتناول عصوراً متطاولة ، ويجب ثالثاً أن يكون على علم بالأخطاء الشائعة الخاصة بكتابة لغة من اللغات مما يرد عادة لدى النساخ في أحوال كثيرة تبلغ درجة أن تكون هذه الأخطاء أخطاء عامة . وينبغي من أجل ذلك وضع معجم أيجدى منهجي للأخطاء الشائعة الخاصة بكتابة لغة من اللغات ، فهذه عملية من أهم العمليات التي تساعد الناشرين على تحقيق النصوص وإصلاحها . ومن هنا عني بها الفيلولوجيون منذ عهد بعيد وخصوصاً أولئك الذين اهتموا بالدراسات اليونانية واللاتينية . لهذا قام كثير من الباحثين بوضع معاجم مفصلة أيجدية للأخطاء الشائعة بين النساخ وطريقة إصلاحها ، ومن أهم المعاجم في هذا الصدد معجم *Adversaria critica* تأليف مادفج *Madvig* فيما يتصل باليونانية واللاتينية معاً ، ثم معجم *Bast* : *Commentatio palaeographica* بالنسبة إلى اللغة اللاتينية ثم *Gradus ad criticam* تأليف هاجن *Hagen* بالنسبة إلى اللغة اللاتينية أيضاً . فبواسطة هذه المعاجم التي يجب أن توجد نظائر لها في العربية بعد قيام حركة النشر الهائلة التي قام بها المستشرقون في أواخر القرن الماضي وأوائل هذا القرن ،

تفيد قائدة جلي ، والتصحيحات التي نستطيع أن نقوم بها بواسطتها كثيرة لا نحصى ، ومن الأمثلة المشهورة على هذا تصحيح Madvig لنص سنيكا "Philosophia unde dicta sit, apparet; ipso enim nomine fatetur, quidam et sapientiam ita quidem finierunt."

وقد كانت الكتابة باللاتينية بدون علامات ترقيم ، فكانت الحروف توضع إلى جوار بعضها البعض دون تمييز بفواصل بين الكلمات فيكون حرف تلو حرف تلو حرف إلى النهاية ، وتقطع الحروف إلى كلمات يتم عن طريق القارىء لا في النص المكتوب ، فلم يكن يوجد بالأولى لاشوة ولا شولة وقطة ... إلى آخر علامات الترقيم . فرقم هذا النص أولاً على هذا النحو ولكن تبين له أن القسم الثاني لم يكن له أى معنى ، فرأى مدفع أنه لا بد أن يكون هنا خطأ في تقطيع الكلمات ، فقطع القسم الأخير هكذا: *quid amet sapientiam. etc.* فبهذا تم إصلاح نص سنيكا وأصبح مفهوماً .

ومن الأمثلة على هذا ما يرد كثيراً في بعض التراجم العربية عن اليونانية ومثاله ما ورد في توقيع مخطوطة بيروت الخاصة بترجم محمد بن عبد الله بن القنق لكتب أرسطو المنطقية الأولى فقد ورد التوقيع التالي: «سم كتاب أنولاطيقا وليس بعده من هذه الكتب إلا كتاب أفود الطيبى ولم يمتعنا من استقرأه إلا ما قلنا ...» قد ظن فورلانى Giuseppe Furlani أن كلمة أفود لا بد أن تكون «سمع» أو ما يشبهها ، ولكن هذا ظاهر الخطأ كما بين ذلك كراوس فلامعنى للكلام عن كتاب الطبيعيات وهو بصدد كتاب في المنطق ، وثانياً لا يمكن إصلاح النص من رسم الكتابة بهذه الطريقة ، وإنا يجب كما فعل كراوس ألا يعد هذا الكلام كلمتين ، بل كلمة واحدة وهى أفود يقطبي (= البرهان) والأمثلة على هذا كثيرة لا حصر لها في المخطوطات النربية .

الحلقة التالية : وإذا كان لدينا أكثر من مخطوطة فإن عملنا سيكون من ناحية ميسراً ومن ناحية أخرى أطول ، فليتنا أولاً أن ننظر في هذه المخطوطات كي نبين ما ينتسب فيها إلى أصل واحد ، فتمد مجموعة المخطوطات التي تنسب إلى أصل واحد وكأنها لا قيمة لها إلا كمخطوط واحد . ونستطيع أن نبين ذلك من وجود نفس الأخطاء في نفس المواضع ، حينئذ نعرف باليقينة أنه لا بد أن تكون هذه المخطوطات قد كتبت بعضها عن بعض ، فضعها فرعاً واحداً ، ينتسب إما إلى الأصل وإما إلى مخطوطة كتبت عن الأصل ، ونستمر في تصنيف المخطوطات للوجود على هذا الأساس حتى نستطيع أن نحدد وجود مجاميع مستقلة ليست مأخوذة بعضها عن بعض وإنما أخذت من مصادر مختلفة . وبعد هذا نضم شجرة النسب لهذه المخطوطات مبتدئين من الأصل في صورة كهذه :



وكما بدنا عن المؤلف كثرت أحياناً المخطوطات الفرعية ، وتعددت بالتالي المخطوطات للتوسطة ، فنستطيع أن نمد مخطوطة المؤلف هي الأصل ،

والأصول المستقلة المكونة للأسر المختلفة تمد مخطوطة من الدرجة الأولى ثم يتفرع عن كل مخطوطة من الدرجة الأولى مخطوطات فرعية حددناها كما قلناه عن طريق الاتفاق في الأخطاء فيما بينها ، وقد تعدد هذه المخطوطات المأخوذة عن مخطوطات الدرجة الأولى إلى غير نهاية .

ويجب ألاّ تمدّ قدم المخطوطة هو العامل الفاصل في صحتها ، فقد تكون هناك مخطوطة ذات تاريخ حديث وليكن مثلاً سنة ١٩٢٠ ولكنها مأخوذة مباشرة عن مخطوطة من الدرجة الأولى فهذه تفضل بكثير جداً مخطوطة كتبت سنة ١٨٣٠ مثلاً لو أن هذه أخذت لا عن مخطوطة من الدرجة الأولى بل عن مخطوطة فرعية عن مخطوطة الدرجة الأولى ، وبالأحرى والأولى عن أية مخطوطة تردّد بعداً عن مخطوطة الدرجة الأولى . فالعبرة إذن لا بتاريخ المخطوطة وإنما بعدد الوسائط الموجودة بين هذه المخطوطة وبين المخطوطة المكتوبة بخط المؤلف .

وبعد وضع شجرة النسب هذه بين المخطوطات ننظر في القراءات المختلفة التي تقدمها المخطوطات المستقلة ، وهنا يحدونا في تفضيل قراءة على قراءة أولاً القرب من الأصل . فأقرب المخطوطات إلى الأصل ، وهو أقلها في الوسائط ، تكون هي الأصح على الرغم مما يحدث أحياناً من أن تكون القراءة التي بها أقل وضوحاً من القراءة الموجودة في مخطوطة أخرى . وثانياً إذا تساوت المخطوطات تقريباً في الدرجة وكانت مستقلة ، فضلنا القراءة الأعم أي حددنا القراءة التي مختارها وفقاً للأغلبية . وإذا لم نستطع هذا ولا ذاك ، بأن ظل النص مع هذا مضطرباً ، فإن علينا أن ننظر في المسألة وكأننا ليس لدينا إلا مخطوطة واحدة ، أي وكأننا في الحالة الثانية . وحينئذ نقوم بالإصلاح على أساس القواعد والإشارات التي ذكرناها بالنسبة إلى الحالة الثانية ، مع وجود يسر في هذه الحالة أكبر منه في الحالة الثانية ، لأن القراءات المختلفة قد تؤدي إلى تسهيل تخمين القراءة الصحيحة . وعن طريق هذا كله نستطيع أن نصل إلى صورة أقرب ما تكون إلى النص الأصلي .

ولكن هذا العمل عمل سلبي خالص ، قد قدمنا النص كما هو أو كما يرجح أن مؤلفه كتبه ، وعلينا بعد هذا أن نقوم بعمل أكثر إيجابية ، وهو أن نبين مصدر الوثيقة موضوع الدرس ، وهذا ما يقوم به القسم الثاني من النقد الخارجى وهو نقد المصدر . ويجب أن نلاحظ أخيراً أن تصحيح النص له خطر ضخم ، فكثير من الأخطاء ، سواء من الناحية التاريخية والمذهبية ، لم يكن له من مصدر إلا خطأ فى النسخ . وكثيراً ما أثار هذه الأخطاء فى النسخ أو عدم إمكان القراءة الصحيحة للفظ — مالا حصر له من المشاكل . ولعل من أبرز هذه المسائل فى الفلسفة الإسلامية مشكلة قراءة « فلسفة مشرقية » وعليها يتوقف حل مسألة خطيرة هى مسألة قيام فلسفة إسلامية أصيلة أو عدم قيامها .

فنقد الإستعادة لا يؤدى إذن إلا إلى استخراج النص كما هو فى أصله دون أن يضيف إليه شيئاً ، مزيلا كل القراءات الفاسدة وكل التصحيحات التى مر بها النص ، وكل القراءات التى يمكن أن تكون دخيلة أو مدلة . فهو إذن لا يضيف شيئاً جديداً مطلقاً إلى النص .

٢ — نقر المصدر : وليس فى وسعنا أن نشد حجة قول ما لدى إنسان لم تكن له صلة بالحدث أو الواقعة التاريخية ، ولا يمكن أن نتلقى الأخبار اعتباراً من حيث أنها أخبار دون أن نشير إلى المصدر الذى صدرت عنه ، ولهذا فلا يكفي أن تكون لدينا الوثائق صحيحة وكما كتبها واضعها ، وإنما يجب أن يضاف إلى هذا أن نعرف أولاً : ما مصدر الوثيقة ؟ ثانياً : من مؤلفها ؟ ثالثاً : ما تاريخها ؟ ذلك أن الوثائق تختلف فى قيمتها اختلافاً شاسعاً من حيث صحة نسبتها إلى واضعها الأصيل أو إلى من ذكر اسمه كواضع لها ، فنحن نجد كثيراً من الوثائق أو المؤلفات تذكر لنا بصراحة وبكل تأكيد وقطع أن مؤلف هذه الوثيقة أو تلك هو فلان أو فلان من الناس . ولكن يجب ألا نتق مطلقاً

على أى تأكيد مهما كان من قوته ، فكثير من الوثائق قد زيف لعدة اعتبارات ذكرها باست J. Bast بالتفصيل منها مثلاً أن يكون الأثر ضئيل القيمة فيسير بختم فلان من الناس المشهورين لكي ترتفع قيمته ؛ أو قد يكون الأثر عظيم القيمة فيضاف إلى إنسان من أجل تمجيد هذا الإنسان مع أن الأثر لا ينتسب إليه ، وقد يكون قصد صاحب الاتصال أن يبين مذهباً معيناً ، فيضطر إلى أن يكتب كتاباً يبين فيه قوة هذا المذهب أو كيف أن شخصية عظمى هي التي كتبت أو أنتجت ، ومن أجل هذا يزيف كتاباً أو أثراً بأكله ويمزقه إلى هذه الشخصية العظيمة . فمثلاً نجد كثيراً من الكتب التافهة قد نسبت إلى أفلاطون مع أنه ليس مؤلفها ، وذلك لكي ترتفع قيمتها . كما أن ثمة مؤلفات جلية قد نسبت إلى أفراد إما مشهورين أو مشهورين بدون حق . وأخيراً نجد حالة مثل حالة كتاب « نهج البلاغة » الذي يمثل النوع الثالث وهو المنطلق بالدفاع عن مذهب من المذاهب فيعزى إلى شخصية عظيمة ، تعتبر مؤسسه ، أثر يتبين فيه أن هذه الشخصية العظيمة قد ذهبت حقاً إلى ما تذهب إليه هذه النحلة من رأى . فكتاب « نهج البلاغة » قد قصد به من ناحية إلى تمجيد شخصية الإمام على من حيث رفعة منزلته في البلاغة والكلام والتفكير الدينى بوجه عام ، ومن ناحية أخرى قد قصد به إلى بيان أن المذاهب التي تقول بها الشيعة هي حقاً تلك التي نادى بها الإمام على .

وتتميز المتحل والصحيح من المؤلفات عسير كل العسر بالنسبة إلى الأقدمين وأيسر نسبياً بالنسبة إلى المحدثين ، لأن المحدثين قد اعتادوا أن يكتبوا أسماءهم على مؤلفاتهم أو يمهروا لوحاتهم بتوقيعاتهم أو بتعليقات تدل عليهم . وأما الأقدمون فإما أنهم كانوا لا يعنون بذلك ، وإما أن المواضيع التي تهم فيها هذه التوقيعات قد درست وزالت ، أو لعدة أسباب أخرى . ومن هنا كان على المؤرخ ، خصوصاً الباحث في العصور القديمة ، أن يكون دقيقاً كل الدقة في

النظر إلى النصوص وأن يتلوه من هذه المقدمة وهي أن يفترض مقدماً أن كل الوثائق مزيفة . وعليه بعد ذلك ألا يأخذ بالوثيقة إلا إذا ثبتت لديه صحتها ، وسيكون حاله حينئذ حال من لا يعرف شيئاً عن المؤلف ، وكأنه لا توجد في الوثيقة إشارة إلى مؤلفها وعليه أن يبدأ من جديد كي يعرف من عسى أن يكون هذا المؤلف . والقواعد لهذا تسير على النحو التالي :

(١) أولاً : يجب أن نقوم بما يسمى التحليل الباطن *analyse interne* ومعناه أولاً أن ننظر في الوثيقة من حيث الخط الذي كتبت به . فالخطوط تختلف فيما بين العصور بعضها وبعض . فإذا وجدنا وثيقة من القرن الأول أو الثاني للإسلام مكتوبة بخط فارسي أو نسخي عادي ، فيجب أن نمدّ قطعاً منحولة ؛ وإذا وجدنا وثيقة في القرن الرابع مكتوبة بخط كوفي قديم قد خلا من النقط والإعجام فليس من شك أو على الأقل فمن المرجح جداً أن تكون منحولة .

ثانياً : علينا أن ننظر في اللغة التي كتبت بها ، فبعض الصور اللغوية وألوان من الخصائص النحوية ، وأنواع من العبارات والمجازات ومنحنيات التعبير لا توجد إلا في عصر دون عصر آخر . فبعض الخصائص اللغوية تميز عصرًا من عصر ، وبالتالي نستطيع بواسطتها أن نحدد عصر الوثيقة التي كتبت بهذه اللغة . فمثلاً يمكن أن نستخدم هذا النهج خصوصاً في نقد الشعر الجاهلي على الرغم مما به من خطر ، ونقول إن فيه خطراً هائلاً أولاً : لأن القياس الذي يتخذ عادة في هذه الحالة هو الجزالة وحوشية اللفظ باعتبار أن هذا هو الذي يتناسب مع الجاهلية ، خصوصاً وأن هذه الكلمة : « جاهلية » توحى بهذا المعنى لدى هؤلاء المؤرخين السطحيين ، فيظن أن كل أثر شعري يقسم بالركة ونصاعة اللفظ ومسهولة التعبير لا بد أن يكون متنعلاً . ولكن هذا النهج خطر كل الخطورة أولاً لأنه ليس بصحيح مطلقاً أن الشعر الجاهلي كان كله جزلاً ، وإنما اختلفت طبيعة الشعر جزالة ورقة باختلاف بيئات الشعراء ، فشرعدي بن زيد وشعر عبيد بن الأبرص يقسم

برقة لا تكاد نظفر بها حتى في العصر العباسي في بعض الأحيان ، فلا يدل هذا مطلقاً على أنها منجولة . وعلى العكس من ذلك نجد في العصر الأموي ، بل حتى في عصرنا الحاضر ، شعراً يمتاز بالجزالة التامة مثل شعر ذى الرمة أو شعر الشيخ عبد المطلب . فهذه الجزالة لا تدل مطلقاً على أنها من العصر الجاهلي . إنها تمتاز بالجزالة التامة ، ولكنها لا تنتسب — كما هو واضح — إلى العصر الجاهلي .

ولكن الخطأ ليس هنا في النهج وإنما في استخدام مقياس معين لتطبيق النهج . إنما الذي يجب أن نعتبره في هذه الحالة هو طبيعة التراكيب الخاصة وبعض الخصائص المتعلقة باستعمال حروف الجر أو طريقة المجاز أو طريقة تركيب السند والسند إليه واستعمال الأفعال ، فهذه الخصائص الدقيقة الجزئية هي فعلاً التي تضع أصابنا على حقيقة العصر الذي كتبت فيه ، خصوصاً إذا لاحظنا من ناحية أخرى أن المنتقلين قد تنبهوا إلى هذه المسألة ، فكانوا أمكر من أن يكتشف ابتغالهم بسهولة ، فاضطروا إلى تزييف لغة الأصل ، كما نجد مثلاً في الأشعار المنتحلة التي اختلقها خلف الأحمر وأكثر الأشعار المنسوبة إلى المهذلين . لقد تفنن هؤلاء الرواة الذين رووا هذه الأشعار في استعارة لغة الأصل ، فأغربوا ما شاءوا الإغراب ، كي يفنوا على كل أثر لاثمهم بالانتحال . فلينا إذن أن نكون دقيقين كل الدقة ، نحذر كل الحذر في استخدام هذا النهج .

وثالثاً : علينا أن ننظر في الوقائع التي ترد في الوثيقة من حيث إمكان حدوثها في الزمان للنسوبة إليه ، أو في المكان الذي تزعم الوثيقة أنها جرت فيه ، وأن ننظر فيما عسى أن تكون هناك من إشارات إلى هذه الوقائع في كتب المعاصرين فمن طريق معرفة هذه الإشارات نستطيع أن نقبين ، إلى حد ما ، العصر الذي تنسب إليه الوثيقة .

(ب) لا تكفي الاعتبارات السالفة لتحديد دقيق لمؤلف الوثيقة أو الأثر

أو الكتاب ... الخ . ولهذا يمكن أن تؤكد النتائج التي نصل إليها عن طريق الخطوات السابقة ، بواسطة ما عسى أن يوجد لدى المؤلفين الآخرين ، من اقتباسات من هذه الوثيقة ، بشرط أن يكون هؤلاء المؤلفون القتبسون معاصرين أو شبه معاصرين ، وأن يذكر صراحة اسم مؤلف الوثيقة ، مما يرجح لدينا أنه إذا كان ثمة انتحال فإن هذا الانتحال لم يتم إلا متأخراً ، أو أنه لم يتم انتحال إطلاقاً . ومع هذا ، فهذا أيضاً مخوف بكثير من المزالق الخطرة ، وعليناً في هذا المنهج الشائب أن نكون حذرين قدر المستطاع ، خصوصاً وأن كثيراً من المؤلفين وبخاصة الخوصوم ، يلجأون إلى تزيف الأقوال ونحلتها إلى أفراد لم يقولوا بها إطلاقاً . وهذا يظهر خصوصاً فيما تقوله ابن الراوندى على الجاحظ من أقوال . لم يقل بها مطلقاً هو وأغلبية المعتزلة ، وهوما كشف عنه بكل وضوح الحسين بن الخياط في كتابه « الانتصار » ، ونمت ابن الراوندى بأنه قرف الجاحظ بأقوال . لم يقل بها هو ، ولا توجد في كتبه .

(ج) من بين أنواع التزييف نوع خطير ، وإن كان أقل خطورة من التزييف الكامل ، وهو الحشو والإكمال interpolation & continuation : أما الحشو فهو أن تولى في داخل النص أقوالاً لم يقل بها المؤلف ، أو تزيد بعض الشروح أو الزيادات الدخيلة في العبارة إما للإيضاح أو لأن النص قد استغرق فهمه على الناسخ الجاهل أو القارئ غير العالم ، وهذا ظاهر خصوصاً مثلاً في كتاب « الرسالة » للشافعي ، فنجد في النسخ المتعددة أنها قد احتوت على كثير من القراءات التي كتبها نساخ جملة أو قراء أشد جملاً ، ظنوا أن في الكلم تحريفاً أو خطأ ، فاستبدلوا به غيره ، وخصوصاً أن الشافعي كان يستخدم تمايز في غاية من الرصانة والجزالة ومتانة السبك ، مما يدل على عريته الأصيلة في الكتابة . ولكن هؤلاء القراء أو المحشين الجملة ، كتبوا بدلاً من بعض

الألقاظ ألقاظاً أخرى بدلت لم أيسر، واستبدلوا ببعض التعميرات، أخرى غيرها أنسب لمصرهم . ومهمة الناشر الناقد أن يستخرج القراءة الصحيحة التي أملاها الشافعي على تلميذه الربيع بالنسبة إلى هذه « الرسالة » .

أما الإكمال فكثير الحدوث خصوصاً عند رجال العصر الوسطى : فأكثر تواريخ العصور الوسطى للسيحية قد أكلت قرناً بعد قرن بواسطة مؤلفين لم يذكروا أسماءهم ، فاختلطت بمؤلفي الكتب الأصليين فأصبحنا في حيرة من أمر ما عسى أن ينتسب حقاً إلى المؤلف الأصلي ، وما عسى أن يكون قد ألحقه مؤلفون متأخرون ، وإن كنا نستطيع إلى حد ما أن نقوم بتمييز هذه المسألة بسهولة بمعرفة تاريخ حياة من ينسب إليه المؤلف صراحة ، فنن للمعلوم قطعاً أن ما حدث بعد وفاته لا ينتسب إليه . كما نجد هذا مثلاً في الكتب الأدبية العربية ، وخصوصاً كتاب « للفضليات » : فهذا الكتاب قد اختلط بكتاب « الأسميات » ثم أضيفت إليه زيادات عدة ، فأصبحنا لا ندرى ما الذي اختاره للفضل الضبي وما يجب أن ينسب اختياره إلى الأسمى ، وما يجب أن ينسب إلى رواية آخرين . فالأسميات لم تفصل عن الفضليات بل دخل بعضها في بعض ، وأصبحنا كتاباً واحداً يحتوي جملة اختيارات بعضها لإبراهيم بن عبد الله ابن حسن « ثم من بعده للفضل ، ثم من بعده للأسمى ، وهذا عمود الكتاب بني عليه ، وهو جهرة وأكثره ، ثم من بعدهم لغيرهم ممن عرفنا ومن لم نعرف ، نسبت كلها للفضل والأسمى ، أو نسب أكثرها للفضل وأقلها للأسمى ... وهذا الاضطراب قديم جداً حتى إن بعض العلماء للتقدمين لم يستطيعوا أن يميزوا في بعض القصائد فينسبونها لاختيار واحد بينه ، كما يروى أبو الفرج الأصفهاني في الأغاني (ج ٣ ص ٨٠) بشأن قصيدة الحادرة ، وهي « الفضلية » رقم ٨ عن

أبي عبيد معمر بن اللثني... الخ» (من مقلمة أحد شاكر لنشرة «الفضليات»
ص ١٧، القاهرة سنة ١٣٦١ هـ).

فمثل هذه الإكالات لا يتيسر معرفتها بسهولة وعلينا أن نحدد بالدقة أصلها .
(د) وعلينا بعد هذا كله أن نعرف للمصادر التي صدرت عنها الوثائق أو التي
استلهمها أو استعان بها مؤلفو الوثائق التي بين أيدينا ، فحينئذ نستطيع أن نحدد
بالدقة الحادثة التاريخية من حيث مصدرها . ذلك أنه من غير الممكن أن يتفق
كل الاتفاق شاهداً حادث معين على رواية على نحو واحد بل لا بد أن يختلفا
ولو شيئاً ، فإذا وجدنا أن الوثائق تتفق تمام الاتفاق في ما ورد في رواية ما بدقة ،
فعلينا أن نحسب أنه قد حدث هنا نقل أو سرقة كما يقال في الكتب العربية .
ومن اليسير علينا أن نتميز أنواع التحايلات التي يلجأ إليها الناقلون لكي ينفوا
على آثار اتهامهم بالنقل أو السرقة : من تغيير ضئيل في بعض التعبيرات أو تعديل
في التعبيرات ، مما يدل على جهلهم أو عدم فهمهم للحادثة ، كما يحدث عادة بين
الطلاب حينما ينقل بعضهم من بعض .

وبعد هذا كله وبعد تحديد المصادر المختلفة نستطيع أن نصل إلى بيان حقيق
المصدر الذي صدرت عنه الوثيقة .

ومن هذا كله يتبين أن قد للمصدر خطوة تمهيدية لا بد من القيام بها حتى
نستطيع الوصول أولاً إلى النص الحقيقي ، أعني ذلك الذي وضعه مؤلفه ، وثانياً
لكي نتبين المصدر الذي صدرت عنه الوثيقة . فهاتين الخطوتين نستطيع أن نصل
إلى تحديد الوثيقة من حيث الصحة ومن حيث النسبة .

ولكن يجب ألا نستبرأ أننا بهذا قد قمنا بعملية النقد الحقيقي . فأغلب المختصين
في الدراسات الفيلولوجية يتوهمون أننا بمجرد القيام بهاتين العمليتين قد انتهينا

من تحديد النهج التاريخي ، مع أننا في الواقع قد قمنا بعملية تمهيدية هي في ذاتها وسيلة لخطوة أعلى منها هي النقد الحقيقي أو النقد الباطن . ولهذا يجب أن تقوم على هذا الاعتبار ، فقد مجرد وسيلة لحسب .

وهنا يمكن أن تثير هذه المسألة التي تثار عادة حول نصيب الفيلولوجي في تكوين النهج التاريخي . قد رأينا أولاً أنه لا بد من الاعتماد على الوثائق ، والوثائق يجب أن تكون صحيحة محددة النسبة تماماً ، وتلك هي الخطوة التي يقوم بها الفيلولوجي أو العالم المحصل *erudit* ، غير أنه يجب أن يضاف إلى هذه الخطوة خطوة أخرى هي الخطوة الحقيقية ، وهي تلك التي يقوم بها العالم للمؤرخ الحقيقي ، وهي أن يركب ، من الوثائق المتخلفة من عصر أو حادث ، صوراً صادقة أقرب ما تكون إلى ما كانت عليه الوقائع التاريخية تماماً . والخصومة ، خصوصاً في القرن الماضي وأوائل هذا القرن — بين العلماء المحصلين والمؤرخين كانت عنيفة كل العنف ، فكل فريق يسخر من الفريق الآخر : فريق المحصلين يسخر من فريق المؤرخين باعتبار أن هذا الفريق الأخير لا يعتمد على الوثائق ، ويبني تركيباته على غير عمد بالتالي فهي تركيبات أكثرها خيالية ، مع أن أي بحث تاريخي لا يقوم منذ البدء على الوثائق ولا يعتمد عليها في كل خطوة يخطوها ، هو عمل باطل . فضلاً عن أن عدم امتحان صحة الوثائق كثيراً ما أدى في أحيان كثيرة إلى تصورات تاريخية زائفة كل الزيف ، فلو اعتبرنا أرسطو مثلاً هو المؤلف الحقيقي لكتاب *أبولوجيا* ، وأقننا على هذا الأساس تصويرنا للمذهب أرسطو ، لكان هذا للمذهب مختلفاً كل الاختلاف عما كان عليه في الواقع التاريخي . فضلاً عن أن كثيراً من الأخطاء الناشئة عن التحريف والتصحيح في النص قد أدت إلى تصورات وهمية في غاية من الشناعة . ومن هنا فيجب أن يعتمد كل مركب للحقيقة التاريخية على أساس الوثائق والوثائق وحدها . وبالعكس من ذلك

نجد هؤلاء المؤرخين يسخرون من أولئك العلماء ذوى الميولات الذين قد جلاهم تراب الوثائق والمخطوطات ، والذين لم يستطيعوا أن يخرجوا من هذه الوثائق إلى تركيبات عامة حقيقية ، بل انحصروا فى متاحف هذه الوثائق ، ولم يستطيعوا إخراج تاريخ مضى حقيقى فيه تتركب الواقعة التاريخية تركيباً يعتمد غالباً على ذكاء ووجدان وحاسة تاريخية لا يتوافر لدى هؤلاء المتخصصين للنحصرين فى عالم الوثائق . ومن هنا كان التاريخ فى الواقع نوعاً من الخطابة الزائفة والتصويرات العامة التى لم تؤد إلى تصور حقيقى للتاريخ . فلما راعت المؤرخين من أصحاب النزعة العلمية هذه الحالة التى كان عليها البحث التاريخى ، نادوا بالاعتماد على المصادر باستمرار ، وعدم تقديم أى قول إلا إذا استند إلى وثيقة موثوق بها . فقال رينان إن التاريخ يجب أن يقوم على مصادر باستمرار ، وألا تؤكد أية حقيقة إلا إذا اعتمدت على البحث التاريخى القائم على الوثائق ، بصرف النظر عن أية حقيقة قبلية .

وفى وسعنا بعد هذا أن نكوّن من التاريخ علماً وضعياً بعيداً عن كل التركيبات الخيالية للتاريخ التى كانت تقوم على صور إجمالية سابقة . والواقع أنه من الواجب أن يجمع بين الناحيتين : ذلك أن للنهج الفيلولوجى لا يمكن أن يكون مكتفياً بذاته لأنه وسيلة وإعداد فحسب ، وسيتأتى وقت تصبح فيه كل الوثائق التى يمكن أن تجمع عن أى عصر من العصور مجموعة ميسرة منشورة يستطيع كل إنسان أن ينظر فيها ، ولكن ليس فى وسع كل إنسان أن يستغلها بالدقة أو أن يصير مؤرخاً من مجرد استيعابه لها ، ولن يكون مجرد نشرها معناه أن التاريخ الخالص بذلك العصر قد اكتشف كله أو اكتشف حقاً ، لأن الوثائق هى علامات متناثرة وليست هى الحقيقة التاريخية . والتاريخ يمتاز بالاتصال ، فلكى يكون ثمة اتصال وتركيب وانتهى لتسيج التاريخ فلا بد من القيام بعملية

أخرى هي في الواقع عملية التأريخ بالمعنى الحقيقي ، وتلك إذن هي مهمة المؤرخ بالمعنى الضيق الدقيق ، فلي للمؤرخ إذن أن يجمع بين الناحيتين : الناحية الفيلولوجية التحصيلية ، والناحية التركيبية القائمة على الحاسة التاريخية .

وعلى كل حال فإنه وإن لم يتيسر الجمع في شخص واحد بين هاتين الناحيتين فيجب أن نحاول ذلك قدر المستطاع ، فيكون لدينا من ناحية علماء محصلون يتوفرون على ناحية الفيلولوجيا والتحصيل وسيكونون كالفئة في مصنع التأريخ وليس في ذلك أى تحقير لعملهم ؛ ومن ناحية أخرى يكون لدينا مؤرخون يعتمدون على هذه الوثائق ويركبون على أساسها التاريخ ، والعمل الأول متواضع ولكنه في الحقيقة ضرورى جداً ولا غنى عنه أبداً .

ولا داعي بعد هذا للمفاضلة أو للتفاخر بين فريق وفريق . حتى إذا ما اتينا من جمع الوثائق الصحيحة ومن معرفة أصولها ومصادرها كان علينا أن نخطو خطوة متوسطة بين هذا النقد الخارجى وبين النقد الباطن ، وتلك هي عملية جمع الوثائق لكي يتيسر بعد هذا القيام بعملية النقد الباطن . وهذه العملية شاقة ولكنها مفيدة كل الإفادة ، وإن كانت عملية ناكرة للجميل "ingrat" . فهذه العملية يقوم بها أولاً المؤرخ بالنسبة إلى نفسه ، فليح إن كان يدرس ناحية معينة أن يجمع كل الوثائق للتصلة بهذه الناحية . وهذا الجمع يكون على طرق عدة ، فلما أن يفضي بعضها بعضاً إلى بعض — إن تيسر له ذلك — في أصولها ، مرتباً لها وفقاً لمجولها ، أو يتفق وطبيعته الخاصة في العمل . ولكن أشهر الطرق هي هنا طريقة استخدام الجذاذات "fiches" . فهذه طريقة يسيرة ، وذلك لأن الاعتماد على الكراسات يجعل العمل أكثر مشقة من حيث أنه لا يسمح بضم الأشياء التي من نوع واحد في منطقة واحدة . أما الجذاذات فلائها متحركة فيمكن أن

تنقل من موضع إلى موضع ، لكي يتيسر تماماً استخدامها بطريقة منظمة .

وإلى جانب قيام المؤرخ الخاص بجمع الوثائق المتعلقة بموضوع بحثه الخاص هناك أناس متخصصون في تسير هذه العملية بالنسبة إلى الوثائق الضخمة المتصلة بمصر من المصور أو بنوع معين من الوثائق ، فهؤلاء يقومون بعمليتين : أولاً عملية جمع الوثائق كلها في مكان واحد بأن تضم جميعاً فيما يسمونه باسم (المحصل) corpus وفيه توجد الوثائق كما هي في نصها الأصلي أو نسخ منها ولكن كما هي في الأصل تماماً ، دون إيجاز أو اختصار . وثانياً : يقوم إلى جانب هذا بوضع ما يسمونه باسم (السجل) regeste (من الكلمة اللاتينية regere أى يسجل) وفيها تكتب أسماء الوثائق الموجودة بالمحصل corpus معطين خلاصة شبه وافية عن محتويات الوثيقة وتاريخها ومن تنسب إليه ، إلى آخر هذه البيانات المفيدة في تحديد الوثيقة . وتنظيم المحصل أو السجل corpus and regeste يتم على اعتبارات أربعة : أولاً : التاريخ أى الزمان ، وثانياً : المكان ، وثالثاً : للضمون ورابعاً : الصورة أو الشكل ، وجميع هذه القرائن الأربع ، نستطيع أن ننظم المحصلات أو السجلات بطريقة عقلية . فمن ناحية التاريخ نستطيع أن نرتب الوثائق من ناحية ترتيبها الزمني ، بحسب المصور . ومن ناحية المكان نجمع كل الوثائق المتصلة بكل بلد أو إقليم لإقليم أو كل دولة دولة على حدة ، وهو تقسيم جغرافي ليس بذى فائدة كبيرة في الواقع ، خصوصاً إذا أجريناه بالنسبة إلى محصل واحد ومن الناحية الثالثة نستطيع أن نقسم الوثائق تبعاً لموضوعاتها : فهذه الوثائق تتعلق بالإدارة ، وتلك بالسياسة ، وثالثة أخرى بالقضاء ... الخ . ومن الناحية الرابعة نقسم الوثائق إلى منشورات وقوانين ولوائح ورقاق وعقود ومراسلات دبلوماسية ... الخ . وبعد هذا كله نستطيع أن ننظم في داخل كل قسم هذه الوثائق : إما على أساس الترتيب الزمني إن كان ذلك متيسراً — وهو في الغالب

ليس متيسراً ، لأن أكثر الوثائق ليست بذات تاريخ محدد ، أو مجهولة التاريخ وإما — وهذه الطريقة هي أفيد الطرق — أن نرتبها بطريق الترتيب الأبجدي ، وهذا قد يتيسر أحياناً وقد لا يتيسر إطلاقاً ، وإن كان أفيد ترتيب ، فيتيسر مثلاً بالنسبة إلى أناشيد الكنيسة اللاتينية بأن نرتبها وفقاً لكلمة الابتداء ، كما يتيسر خصوصاً بالنسبة إلى الحديث النبوى ، بترتيب الحديث وفقاً للحرف الأول من كل حديث .

ومن أنواع المحصّلات والسجلات المشهورة *corpus inscriptionum graecarum* (أى مجموع النقوش اليونانية) *corpus inscriptionum latinarum* (أى مجموع النقوش اللاتينية) هذا فيما يتصل بالمحصّلات ، وفيما يتصل بالسجلات نجد *"regista imperii"* (سجلات الأباطرة) أو *regista pontificorum romanorum* (السجلات البابوية) .

٢ — النقد الباطن :

والخطوة الحقيقية في النهج التاريخي هي عملية النقد الباطن ، ويقصد بهذه العملية بيان ما قصده صاحب الوثيقة من هذه الوثيقة ، ثم معرفة صدقه في الرواية سواء أكان شاهد عيان أو كان ناقلاً عن غيره ، ذلك أن صاحب الوثيقة قد مر بحملة أدوار ، فقد ابتدأ بأن كان شاهد عيان شاهد حادثاً ثم أدركه ثم كتبه . وهذه الكتابة تمر بحملة أدوار : من استخدام ألفاظ ثم استخدام تعابير ، ثم طريقة تنظيم الوصف . وكل هذه الحلقات المتتالية من العمليات يمكن أن يقع الخطأ في إحداها أو في أخرى . فقلنا إذن أن نعرف بالدقة أين أخطأ ، وأين أصاب وهل استطاع أن يروى الحادث كما شاهده تماماً أو هل لم تكن ثمة دواع إما للتزييف أى الخداع المقصود أو للانخداع أى الخطأ ؛ أولدم الدقة في رواية

الحادث لأسباب إما شخصية ، ولما خارجة عن قدرته . فابتداء من الشاهدة مارن بالتسجيل حتى نصل إلى الصيغة التي لدينا عن الوثيقة ، توجد سلسلة طويلة من العمليات التي قد يخطئ فيها صاحبها . ومهمة النقد الباطن امتحان صحة كل هذه العمليات . ولكنها عملية شاقة معقدة تحتاج إلى صبر طويل وقدره على استعادة كل الخطوات الفعلية التي مر بها صاحب الوثيقة حتى سجلهم على النحو الذي وصلتنا عليه . ولكننا نستطيع أن نلخص هذه العمليات في عمليتين كبيرتين : الأولى : عملية التحليل للنص ، والنقد الإيجابي لمنه ، أى تفسيره . والخطوة الثانية أو العملية الثانية هي عملية النقد السلبي للزراعة والدقة . فلتتحدث عن كل منهما بالتفصيل : —

١ — العملية الأولى : النقد الإيجابي للتفسير critique positive d'inter-

prétation هذه العملية يقصد منها إلى فهم ملول نص الوثيقة التي نفي بدراستها فليتنا أن نحدد بالدقة ماذا قصد صاحب الوثيقة منها ، أى أن العملية التي تقوم بها هنا هي في الواقع عملية تفسير . وتقوم في البدء على عملية فهم النص كما هو في لفته أى أنها في البدء عملية لغوية ومن هنا سميت الفيلولوجيا أحياناً في بعض اللغات باسم علم اللغة خصوصاً في الألمانية : Sprachkunde ؛ وإن كانوا مع ذلك يميزون بين Sprachkunde وال Philologie . وهذه العملية عسيرة كل العسر ، خصوصاً إذا كانت اللغة قديمة . ذلك أن اللغات كائنات حية ، ومعاني الأنماط تتغير بتغير الأزمنة والأمكنة ، والاستفحال في أحيان كثيرة يكون شخصياً حتى لو عرفنا اللغة بالدقة كما كانت تتحدث في ذلك العصر . فليتنا إذن أن نعرف اللغة التي كتبت بها الوثيقة ، وأن نعرف ثانياً هذه اللغة كما كانت في العصر الذي كتبت فيه الوثيقة . فثلاً نجد أن Grégoire de Tours قد كتب تاريخه باللغة اللاتينية ، ولكن اللغة اللاتينية الكلاسيكية تختلف اختلافاً

بيناً عن اللغة اللاتينية في المصور الوسطى فيلاحظ مثلاً أن كلمة *vel* كان معناها في اللغة اللاتينية الكلاسيكية (أو) ولكن معناها في المصور الوسطى (و) . وكذلك الحال في اللغة العربية فهناك كثير من الألفاظ التي تعدت معانيها باختلاف المصور بحيث يخطئ المرء في استخدامها ؛ ومنها أن يذكر مؤلف مثلاً أن فلان التجأ إلى حائط فيفهم من الحائط معنى الجدار بينما يكون المقصود من الحائط هو البستان . ومن هنا يقع للورخ في أخطاء فاحشة . والأمر كذلك في الكتب الفلسفية في كلمة مثل (ها هنا) بمعنى *il y a* . فقلنا إذن أن نعرف بالدقة المعاني التي كانت تستخدم فيها الألفاظ في العصر الذي كتبت فيه الوثيقة . وفضلاً عن هذا قلنا أن نعرف الاستعمال الخاص للمؤلف ، فلكل من الشخصيات الخالقة في الناحية الفكرية معجمها الخاص الذي يتميز عن المعجم العام لامة الناس ؛ ونستطيع أن نكون هذا المعجم باستخلاص للمواضع المختلفة التي استعمل فيها اللفظة الواحدة ، وعلى أساسها تحدد معاني الألفاظ عنده .

فيجب علينا إذن حيناً نبحت في نص وثيقة من الوثائق أن نعرف بالدقة لغة العصر الذي كتبت فيه وأن نعرف اللغة الخاصة بالمؤلف حتى نستطيع أن نفهم الوثيقة على الوجه الأتم . ثم لا يكفي هذا وحده ، بل لا بد أيضاً أن نفهم الكلمات وفقاً للسياق . وهذا ما يعرف باسم قاعدة السياق *la règle du contexte* ومضمونها أنه يجب ألا نفهم عبارة أو كلمة إلا وفقاً للسياق الذي توجد به ، فكثيراً ما تختلف معاني العبارات وبالأحرى معاني الكلمات وفقاً لاختلاف الأماكن التي تستخدم فيها ، وتبعاً لاختلاف الإشارات إلى كل حالة من حالات الاستعمال . ومن الخطأ البين أن نقتبس نصاً لمؤلف قديم ، ونولج في نص حديث محاولين بهذا أن نفهم عبارة المؤلف القديم على نحو يتفق وأهوالنا نحن ، فإن في هذا تزييفاً شنيعاً لفكر المؤلف ، فضلاً عما يحرم من

مغالطات عديدة، وهذا أظهر ما يكون خصوصاً في الأبحاث الدينية والأبحاث ذات الطابع الدفاعي، فهنا نكتفي أحياناً بإيراد عبارة مؤلف قديم قد ذكرها في سياق مختلف تماماً عن السياق الذي نكتب فيه ثم نحاول أن نفسرها بطريقة أخرى تتفق مع ما قصد إليه، فنورد مثلاً آية قرآنية أو من أى كتاب مقدس آخر، أو حديثاً نبوياً لتأييد أقوال حديثة لا تمت في الواقع بأية صلة إليها اللهم إلا في ظاهر اللفظ، ومع هذا لا نجد حرجاً في أن نزع أن الآية أو الحديث قد قصد إلى ما قصده هنا.

كما يظهر هذا خصوصاً في المحاولات الدفاعية المسكينة التي يحاول بها كثير من الناس أن يشيدوا بمجد قديم أو بتراث حضارى معين، فيحاولوا أن يقتبسوا عبارات واردة في كتب قديمة فلسفية أو دينية أو علمية وفقاً للبحث، زاعمين أن هذه العبارة تتفق مع ما يقول به هذا الفيلسوف المعاصر أو المحدث أو هذا الاقتصادى أو هذا المذهب السياسى. الخ وفى هذا في الواقع خيانة علمية إلى أقصى درجة، وعلينا أن نتجنبها دائماً، وألا نقرر النص إلا وفقاً للموضع الذى وجد به، وألا نحاول أن نقول عليه ما لا يمكن أن يكون قد فكر صاحبه في القول به، فضلاً عن أن يكون قد قصد إليه عن قرب.

بهذا إذن نستطيع أن نحدد ما يسمى باسم المعنى الخرفى أى المعنى بحسب ظاهر النص. غير أن هذا لا يدل بد على أن هذا هو ما يتم في كل الأحوال، فكثيراً ما يكون ظاهر النص غير معبر حقاً عما رعى إليه المؤلف بالفعل. والدواعى إلى هذا عديدة، فأحياناً يكون المؤلف قد عبر عن قول من الأقوال من باب السخرية منه والتهكم عليه، أو قاله من باب المزول لا من باب الجد، أو حاول به التعمية عن قصده وصرف النظر السطحي عما يقصد إليه في الواقع أو محاولة الإيهام

لأسباب باطنة أو أسباب عملية أو أسباب خارجية تتصل بالظروف التي وجد بها .
وفضلاً عن هذا كله فقد يدعو التحسين القفلى إلى كثير من الاستمالات
المجازية التي لا تعطى ظاهر المعنى بوضوح : كاستخدام التشبيهات والاستعارات
وأشكال البلاغات والمجازات والكنايات مما يؤدي في أحيان كثيرة إلى أن يتبدى
من ظاهر النص غير ما يقصد إليه المؤلف بالفعل . ولهذا يجب علينا ألا نأخذ
النصوص بظاهرها ، وذلك أن ننظر أولاً في النص ، فإذا وجدناه غامضاً أو غير
محدود أو يختلف مع ما نعرفه من أقوال أخرى للمؤلف ، أو توجد به تلميحات
وإشارات تتبدى أحياناً في شيء من الوضوح ، وغالباً في اختفاء وإيماء ، فإن علينا
أن نعتبر أن النص هنا يجب ألا يؤخذ بحرفه بل علينا أن نفترض معنى خفياً ،
قصد إليه المؤلف واضطر إلى إخفائه لأسباب عدة هي التي ذكرناها . ولهذا
الطريقة فائدة كبرى في استخراج كثير من معاني الرموز وتفسير بعض الإشارات
النامضة ، ومن أشهر ما حدث في هذا الباب تفسير الوحش المذكور في « رؤيا
يوحنا » صاحب الرؤيا بأنه نيرون . كما نجد مثلاً أن الملحدّين وأصحاب البدع
في الحضارة الإسلامية مثلاً يستخدمون ألفاظاً مثل الدنيا — الدهر — الزمان
ويقصدون منها في الواقع « الله » ، ولكن لأنهم يريدون أن يصبوا عليها كل
اللعنات ويمزوا إليها أسباب المصائب ، فإنهم لا يستطيعون قطعاً أن ينسبوا إلى
الله ، فيُلبّسون عن قصد بمثل هذه الألفاظ التي يجب أن تعد معبرة عن
قصد المحدثي ، وهذا هو ما نبه إليه في الحديث المشهور : لا تسبوا الدهر ، فإن
الله هو الدهر . وعلى الرغم من هذا التحذير فقد استمر هؤلاء في سب الدهر .

وبهذا إذن نستطيع أن نحدد المعنى الذي قصد إليه المؤلف تماماً أو على أتم وجه
متيسر . وبذا ينتهى دور النقد الباطن الإيجابي للتفسير ، ويبدأ بعد هذا الدور
الثاني من أدوار النقد الباطن ، وهو الدور السلبي للنزاهة والدقة .

٢ — النقد الباطن السلبى للنزاهة والصدق de sincérité et d'exactitude

لا يكفى القيام بعملية النقد الباطن الإيجابى للتفسير ، لأنه إذا أمكن أن نعرف بالدقة ماذا قصد إليه المؤلف حقاً من الوثيقة المكتوبة ، فإن هذا لا يدلنا بمدى قيمة هذه الوثيقة من حيث دلالتها على الحادث الذى نتحدث عنه . فكل ما يقدمه لنا النقد الإيجابى للتفسير هو مقصد المؤلف بحسب . أما كيف شاهد الحادث وهل أصاب فى مشاهدته أم لا ، وهل قصد إلى الكذب أم لم يقصد ، وإلى أى مدى تنق بهذه الوثيقة ، وإلى أى حد هى تعبر عن الواقعة — كل هذه مسائل لا بد أن تقوم بها عملية ثانية للنقد الباطن هى عملية النقد الباطن للنزاهة والدقة . فليبدأ أن نبحث فى صحة مشاهدة مؤلف الوثيقة للحادث ، وهل أصاب فى وصفه له ، وهل لم يخطئ . فى بعض الجزئيات ، وهل لم يكن مخدوعاً عن بعض ما شاهده وهل لم تكن محموله دوافع أجنبية من شأنها أن تشوه تصويره للحادث ، وفى كلمة واحدة : إلى أى حد تنق برواية صاحب الوثيقة ؟

وللؤرخون قد اعتادوا هنا قديماً — إلى ما قبل المنهج العلمى للتأريخ — أن يسألوا أنفسهم بعض الأسئلة المتعلقة بالمؤلف من حيث قيمته فى الرواية والأسباب الداعية إلى الوثوق به ، وهل كان أميناً حقاً فى النقل أو فى القص أو فى الوصف . فكان منهمجهم هنا شكلياً إلى حد ما ، ولكنه كان أفضل كثيراً من المنهج العلمى المبنتل الذى يأخذ الوثائق كما هى دون أدنى تمحيص ولا بحث . ومن هنا كانوا يزعمون أنهم أسمى بكثير من المؤرخين أو القصاصين الذين يروون الأحداث كما أتت بها الوثائق أو كما تناقلها الناس على هيئة حكايات وأساطير . فحقاً هذه مرتبة دنيا للبحث ، إن صح أن تسمى بمدى باسم البحث ، لأنها مخالفة لكل منهج ، ذلك أن أسباب الشك فى صحة وأمانة الروايات تكاد

تتخطى كل حصر ، ولا يمكن مطلقاً أن تتق بأية رواية من مجرد أنها رواية ، بل لا بُد لنا دائماً أن نبدأ بالشك في صحة أية رواية . غير أن هذه النظرة النقدية بعض الشيء لم تبلغ بعد مرتبة النهج العلمي الصحيح ؛ ذلك أن هذه هي المرتبة التي تسير على مبدأ الشك المنهجي فتعتبر ابتداءً أن كل الوثائق مزيفة ، وعلى اللؤرخ أن يبدأ بإثبات صحتها ، وأن يفترض الخيانة في كل راو روى أى حادث ، وعليه بعد أن يتحقق من أمانيه . فالأصل أن كل صاحب وثيقة متهم بالخيانة والتزيف والغلط وعدم النزاهة ، ويمكننا أن نبدأ بمحنتنا إما بتأييد هذا الحكم السابق ، أو بإثبات براءته . وبهذا الشك الحاسم التناول لكل شيء ، نستطيع أن نقيم خلاصاً منهجياً علمياً لدراسة التاريخ . وهنا يجب أن تتبع قاعدتين :

(أ) القاعدة الأولى هي أنه يجب ألا تتق في رواية لمجرد أن صاحبها شاهد عيان . شهادة العيان ليست بصحيحة دائماً لأن صاحبها قد يخطئ — كما سنرى بعد قليل ، وقد يكون عرضة لكثير من الأوهام . حقاً إن شهادة العيان أسمى بكثير — ابتداءً أو نظرياً — من شهادة غير المباشر ، ولكن يجب ألا تؤخذ كأنها رواية صادقة من مجرد كونها رواية عيان .

(ب) يجب ألا نأخذ الوثيقة ككل ، بل علينا أن نحللها إلى آخر ما يمكن . أن نتصل إليه من أجزاء وأن نبحث في قيمة كل جزء من هذه الأجزاء وصحة دلالاته على الوقائع الواردة بها .

والبحث بعد هذا يتشعب إلى شعبتين : أولاً : شعبة تتعلق بالأخبار الآتية من شهادة عيان ، أو للشاهدة للبشارة — وثانياً الأخبار الواردة بطريق غير مباشر

١ — روايات شهادة العيان أو الروايات المباشرة :

فلنا إن الروايات المباشرة لا تدلنا حقاً من مجرد كونها مباشرة على

الوثيقة ، بل علينا أن ننظر في الأحوال التي وضعت فيها الوثيقة ، والظروف التي أحاطت بالمؤلف ، سواء أكانت هذه الظروف والأحوال خارجية عامة ، أم كانت ظروفًا شخصية متصلة بالمؤلف نفسه . فلينا باديء ذي بديء أن نبحث في الأحوال العامة للوثيقة التي نحن بصددها ، فنجمع أوفر قسط من المعلومات عن المؤلف وعن أمانته وعن ثقة الناس به وعن النصر الذي كتب فيه وعن الوثائق المشابهة التي روت نفس الحادث ، وعن الوقت الذي وجد به . حتى إذا ما استطعنا أن نجتمع كل هذه المعلومات كان علينا خطوة ثانية — هي خطوة البحث في أمانته — أن نضع لأنفسنا طائفة من الأسئلة الموضوعية سابقاً تقريباً ، لأنها أسئلة عامة وإن كانت تنطبق في الواقع على كل حالة فردية مع بعض التعديل بما يوافق الحالة الخاصة . وهذه الأسئلة تدور حول باين : الباب الأول هو باب النزاهة ، والثاني باب الدقة .

فالنزاهة تتعلق بأمانة المؤلف في رواية الحادث أو قله ، وتدور كل الأسئلة في هذه الحالة حول إمكان أن يكون المؤلف قد كذب في روايته أو قله . والأسباب الداعية إلى الكذب عديدة : أشهرها أولاً أن يكون للمؤلف قد قصد إلى التزييف لحاجة عملية كأن يستفيد مادياً من هذا التزييف ، أو أن يكون ملحقاً بمحاشية ملك أو أمير فيضطر إلى تزييف الأخبار والوثائق لصالح الأمير الذي يوجد في بطائه ، وهو أظهر ما يكون في التواريخ التي تكتب إبان الحملات ، مثل أخبار فرواسار Froissart . ثانياً أن يكون المؤلف قد وجد في وضع اضطره إلى هذا التزييف . ثالثاً أن يكون المؤلف مدفوعاً بدافع البغضاء والكراهية لجماعة من الجماعات : دينية أو وطنية أو اجتماعية ، أو بدافع الاختلاف في الرأي مع مبدأ من المبادئ أو حزب من الأحزاب ، فيميل دائماً في هذه الحالة إلى تبجيد مبادئه هو أو مبادئ حزبه أو مبادئ الشيعة التي ينسب إليها ، والحط من قيمة الخصوم

وتزييف أقوالهم والتقول عليهم بأشياء لم يقولوها إطلاقاً ، وإنما قصد بها كذباً للتشهير بهم ، فيزيّف عليهم أقوالاً لم يقولوها ، ويدخل في هذا أحياناً بعض الإلزامات التي تفرض على بعض المذاهب . رابعاً : أن يكون المؤلف قد قصد — لنفاية شخصية معينة — أن يضع من قدر شخص من الأشخاص أو حادثة من الحوادث فيميل إلى الكذب في الرواية ؛ ولهذا لا يمكن أن يقال إنه نزه في روايته .

أما الدقة فيتصل بالدعاء ، أو الخطأ . ومنها أن يكون صاحب الوثيقة فريسة لوم من الأوهام فيظن أنه رأى الحادث على هذا النحو ويؤكد هذا مع أن الحادث كان على نحو آخر ، ولكن حالت دون رؤيته على النحو الصحيح . موانع ، أشهرها : أولاً : أن يكون الشخص في وضع يشاهد فيه الحادث فضلاً وبما يه ويشاره دون أن يكون ثمة مانع قسري ، ولكنه لا يراه على حقيقته لوجود معان سابقة في ذهنه . وهذا يشاهد كثيراً في الروايات البيانية عن حادث واحد ، فتحن نرى أنه لو شاهد عشرون شخصاً حادثاً من الأحداث ، وليكن سياسياً ، لرووه بروايات متعددة ، تكاد أن تتناقض في أكثر الأحيان ، وذلك وفقاً لطبيعة الملاحظ من حيث تأثره بالحادث ومن حيث اللامع السابقة الموجودة في ذهنه ، وبالجملة وفقاً للمعادلة الشخصية التي عنده بالنسبة إلى هذا الحادث .

ثانياً : أن يضطر الرلوى إلى رواية الحادث على نحو معين خاص لا يستطيع أن يرى الأشياء فيه إلا على هذا النحو ، كما يحدث غالباً في مشاهدة الزائر من بلد من البلدان فإن الحكومات تلتجأ دائماً إلى تنظيم الرحلة بطريقة من شأنها أن تبعد هذا الزائر عن مشاهدة كل ما لا تود هي أن يراه ، فيكون في هذه الحالة مضطراً بحكم ظروفه إلى ألا يرى غير ما رأى .

ثالثاً : أن تكون الوقائع مُبَعَّدَةً ومتشابهة أو موجودة في أمكنة متعددة أو تحتاج إلى معونة الكثيرين من المخبرين أو الميون والأرصاد ، فتكون روايتهم في هذه الحالة مشوبة بالكثير من النقص لأنه لم يستطع أن يشاهد الحادث كله جملة : فهذا كله يتناقى مع الدقة التي يجب أن يحرص عليها في الرواية ، فيضطر في هذه الأحوال إلى أن يورد الرواية على نحو غير دقيق . فالتفارق بين النزاهة وبين الدقة إذن هو أنه في عدم النزاهة يُفترض سوء النية ، وفي عدم الدقة يفترض حسن النية ويأتي الخطأ عن وهم أو استعاطة مادية .

ويمكن أن نضيف بعض العوامل العامة إلى عدم النزاهة مثل أن يكون المؤلف قد تأثر بنزعات استرضاء معاصريه تملقاً لقنوق الجمهور أو استرضاء للمواطف الشعبية فيضطر أحياناً إلى أن يمرض الحقائق على نحو يخالف لما كانت عليه في الواقع ، وهو هنا إما أن يكون قد قصد إلى هذا قصداً أو يكون قد دُفع إليه بطريقة لا شعورية ؛ وأياً ما كان الأمر فهذا يتناقى مع ما يجب من نزاهة ومن دقة .

٢ - الرواية غير الباسر :

كل هذا إذا كان مؤلف الوثيقة قد عاين الحادث مباشرة وجاءتنا روايته مباشرة . أما إذا لم يكن قد عاين الحوادث ، بل كانت روايته عن آخر طائفة أو قد ضم أخباراً متفرقة عن مخبرين متنوعين ، ضمها جميعاً لتكون أخبار عن حادث معين ، فإنه في هذا أيضاً يكون قد قدم لنا وثائق غير مباشرة . وأكثر للورخين أنما يسيرون على هذا الأسس الثاني : تقليل من للورخين هم الذين شاهدوا الأحداث التاريخية ، وتقليل من للورخين هم الذين استطاعوا حتى أن يبلغوا مرتبة واحدة فيما بين الحوادث الأصلية وبينهم هم أنفسهم . وحتى قائد المعركة الذي يكتب مذكرات عن معركته التي انتصر فيها ، قد اعتمد

هو الآخر على تقررات جاءت من صفار الضباط من قواد الوحدات المختلفة
المكونة لجيشه ، لأنه ليس في وسعه مطلقاً أن يشاهد الوحدات كلها كما هي .

وهنا يتعين علينا أن نلجأ إلى طريقة أخرى غير الطريقة التي امتعنا بها الدقة
والتزاهة بالنسبة إلى الوثائق للباشرة ، وأهم ما في هذه الطريقة أولاً أن نحاول قدر
المستطاع أن نتسلسل فيما بين الرواة للتوسطين حتى نصل إلى الراوى الأصلي الذى
يكون قد عاين الحادث ؛ فإذا استطعنا بلوغه تمكنا حينئذ من أن نحدد الرواية
من حيث قيمتها الحقيقية على وجه التقريب ، كما هي الحال تماماً إذا كانت الوثيقة
مباشرة : فننظر في هذا الراوى الأصلي من حيث أمانته ودقته والظروف التى
وجد بها كلفنا تماماً في الحالة السابقة . ولكن معرفة ذلك عسيرة كل العسر وتبلغ
في أكثر الأحيان درجة الاستحالة ، ولا نكاد أن نجد لهذا شيئاً إلا في حالة
الأحاديث النبوية فهي وحدها تقريباً في كل الأخبار العالمية تلك التى وردت
مقرونة برواتها رواية عن راو حتى نصل إلى الشاهد الحقيقى في عهد الرسول .
وللمهمة تنحصر حينئذ في أمرين : الأول أن نمتحن الرواة للكونين للسلسلة
الطويلة واحداً واحداً من حيث أمانته في الرواية من جهة ، وثانياً من حيث دقته
في الرواية . فالأمانة تكفل لنا أن يكون الحديث صحيحاً وليس مكذوباً أو مختلماً
على الرسول ، والدقة تكفل لنا أن يكون نص الحديث هو بعينه كما قاله النبي .
هذا فيما يتصل بالحديث لا بالأثر ، أما الآثار فلا يشترط فيها الصياغة لأنها ليست
أقوالاً وإنما هي أفعال للنبي . وعلينا بعد هذا — إذا ما استوتقنا من أمانة
الرواة ، واستبعدنا كل تبرمج لشهادتهم وبلغنا إلى الراوى الأصلي الصحابي —
أن نمتحن هذا الصحابي من حيث أمانته في النقل أو دقته في القول . ومع هذا
فنحن بإزاء هذه المسائل في حيرة هائلة ، ذلك لأنه من السهل على كل إنسان أن
يرسم سلسلة طويلة موثوقاً بأفرادها من الرواة ، ويزعم أن هذا الحديث أو ذاك

مروى عن فلان عن فلان إلى آخر الصنعة الطويلة حتى تصل إلى المصطفى مع أن الحديث مخلق منذ البدء . والصعوبة أكبر في امتحان شهادة كل الرواة المتوسطين : فبعض التابعين لم يتورع مطلقاً عن الكذب ، فرجل مثل عكرمة في روايته عن ابن عباس قد زيف الكثير من الأحاديث ، مع أنه يعتبر تابساً إذ روى عن صحابي . وكثيراً ما نجد حشداً هائلاً من الأحاديث منسوبة إلى أبي هريرة ، وما كان هو في الواقع غير تكأة لكل من يحاول أن يزيف حديثاً . غير أن هذه المسألة أغنى تسلسل الرواة لم يتحقق بوضوح ، مع ما في هذا من تحفظات ، إلا بالنسبة إلى السنة النبوية ، وفيما عدا هذا لا نكاد أن نعرف الراوي الأصلي الذي نقل عنه المورخ ، أي للأمين الحقيقي للحادث . وأكثراً ما لدينا من مصادر مجهول الاسم ، لأن كل المورخين قد اعتمدوا على أشخاص قد يكونون بدورهم رواة عن رواة ، وعلى كل حال فلم يذكر لنا هؤلاء المورخون من هم هؤلاء الرواة الذين أخذوا عنهم .

يجب علينا حينئذ أن ننظر في هذه المصادر المختلفة التي اعتمد عليها المورخون ، لكي نتبين هل هناك صفات مشتركة في مختلف الروايات التي يأتي بها المورخ عن حوادث معينة ؟ وحينئذ نستطيع أن نحدد على وجه التقريب مصدراً عاماً لروايته ، فهو وحده مثلاً ترى من رواياته أن أكثرها مطبوع إما بطابع أثيني أو دلفي ، فنعرف حينئذ أن الأخبار التي يوردها يجب أن تكون مطبوعة بنظرة الأثينيين والدلفيين إلى الأحداث التي رويها . فوصف هيرودوتس للأشعوريين Scythes يحتوي على أخبار كلها من مصدر أثيني ولذلك كانت أخباراً متهمة لأن الأثينيين كانوا أعداء للأشعوريين . وكذلك الحال إذا رأينا كتاب تاريخ شيعي فإتينا نجد أن الروايات الواردة به أكثر مصادرها شيعي مما يجعلنا نتحفظ في تصديقها فيما يتصل بالخصوم وفيما يتصل بالشبهة أنفسهم .

وهنا عامل حاسم مهم يجب أن نهتم به في الدراسات التاريخية هو ما يسمونه عامل النقل *tradition* ، والنقل إما أن يكون شفاهاً أو كتابياً ، فإن كان كتابياً كان موثقاً به بدرجة أكبر ، أما النقل شفاهاً فأعسر ، لأنه من الصعب جداً أن ينقل شيء شفاهاً بدقة ، اللهم إلا في بعض أحوال قليلة مثل الأمثال والشعر ، وهنا يمكن الاعتماد على النقل الشفوي . أما فيما عدا هذا فإن التاريخ أو الروايات الحقيقية ستستحيل في هذه الحالة إما إلى أساطير أو إلى حكايات . أما الأسطورة *légende* فهي الروايات الشفوية التي تتناقلها الشعوب غير المتحضرة وفيها مستودع معلوماتهم عن الحوادث ، وتكاد أن تكون في أحيان كثيرة المصدر الوحيد لمعرفتنا عن شعب من الشعوب في عصر من العصور . أما الحكاية *anecdote* فهي الصورة الباقية من الأسطورة لدى الشعوب المتحضرة ، وهي تلك الروايات التي لا تكتب لأنها مسائل شخصية أليفة سرية تبتلع الكتابة عن تسجيلها فتتناقل شفويّاً فيما بين الأفراد وتكون نوعاً من التاريخ الذي كثيراً ما يكون صادقا كل الصدق أكثر من التاريخ للكتوب ، وقد يكون معبراً أو دالاً في أحيان كثيرة أكثر مما يدل عليه التاريخ المسجل ، لأن فيها من البساطة وبالتالي من الصدق في التعبير ، ولأن فيها من الأخبار الأليفة السرية التي قد تكشف عن الأسباب المظلمة والتأنيخ الخطيرة ، أكثر مما تكشف عنه التحليلات التاريخية للنظمية .

وربما ألا نغتر بالطريقة التي كتبت بها التواريخ ، فكثيراً ما تكون في الظاهر في معرض تأريخي على ، ولكنها في الواقع ليست إلا أساطير ، مثل ما نرى في الكتاب الأول من كتاب الحروب البيلونيزية لثيو كوديس *Thucydide* فهي كلها أساطير عن نشأة الشعوب اليونانية ويجب أن تعامل على هذا الأساس مع أن بقية الكتاب من أحسن الأبحاث التاريخية .

٣ — استعادة الوقائع Reconstruction

وبهذا تنتهى مهمة النقد ، ولكنها مهمة أولية تحضيرية كل ما نعلمه لنا هو الوثائق ميسنة محتها ومعلمة كلها بعلامة تدل على درجة اليقين فيها ، ولكن هذا ليس بعد التاريخ الحق ، أما التاريخ الحقيقى فيبدأ من هذه الوثائق لكي يستعيد الوقائع كما حدثت في واقع التاريخ وهنا يجب أن نلاحظ أن مهمة المؤرخ في غاية الصعوبة ذلك لأن الوقائع التاريخية ليست كالوقائع الفزيائية ، فالوقائع الفزيائية حاضرة باستمرار ، يمكن إجراء التجارب عليها أبداً ، وفي درجة واحدة ، ويمكن أن نعرض بعضها من بعض ، أما الوقائع التاريخية فتمتاز بملء خواص : أولاً أن الوثيقة التاريخية ، وهى الشئ الوحيد الباقي من الواقعة التاريخية ، والأساس الباقي الوحيد الذى يقوم عليه التاريخ تأتى دائماً مختلطة بكثير من الوقائع ، فلو أخذنا مثلاً وثيقة كوثيقة ميسح Mesha ، وهى نقوش تخلفت لدينا من اللوامين Moab ، نجد أن فيها أولاً مسائل خاصة بلقمتهم وثانياً بطريقة كتابتهم ، وثالثاً بطقوس عبادتهم لألهتهم ، ورابعاً بمجربهم مع بني اسرائيل. ولا يمكن بالدقة أن نعرض هذه العناصر بعضها عن بعض حتى يتيسر دراستها دراسة دقيقة ، كما فعل في عزلنا للعناصر الكيميائية الداخلة في تركيب شئ ما . ثانياً : تمتاز الوثائق التاريخية بأنها تأتى لنا على درجة غير متساوية في العموم ، فبعض الأخبار تتصل بأحوال عامة جداً ، وبعضها الآخر يتعلق بأشياء جزئية لحالة فرد من الناس أو واقعة معينة كأن يكون بروتس قد قتل قيصر ، وعلينا حينئذ أن نرفع هذه الوثائق إلى درجة من العموم واحدة ، حتى يمكن أن تدرس في مستوى واحد . ثالثاً : الواقعة التاريخية ، محددة بزمن ومكان معينين ، وإلا لم تكن لها قيمة تاريخية حقيقية ، اللهم إلا كائناً من آثار الإنسانية عامة ، وفي هذا خص هائل لقيمتها التاريخية ، بينما الواقعة العلمية

ليست محددة بزمان ومكان . ومن السهل إذن أن تُنقل أى اعتبار من هذه الناحية . — وقد رأينا ما هنالك من صعوبة هائلة في تحديد تاريخ الوثائق ، فهذا مما يجعل مهمة المؤرخ أكبر مشقة جداً من مهمة العالم الفيزيائى .

لهذه الخصائص وخصائص أخرى كثيرة غيرها ، كانت مهمة المؤرخ صعبة كل الصعوبة ، ولهذا كان من الصعب جداً أن يمدّ التاريخ علماً ، خصوصاً إذا لاحظنا أن التاريخ لا يخلف لنا نفسه ، وإنما يخلف لنا تمييزات وأوصافاً للأحوال التى جرت فيه ، والأوصاف والادراكات كلها تتوقف على أمور نفسية أو ذاتية هى الأحوال الذاتية الخاصة بمؤلف الوثيقة ما عدا أحوال قليلة هى أحوال الأشياء المادية الدالة على آثار مثل الآثار الكثيرة أو اللوحات فى دلالتها على ما أنتجه الفنان . ومن هنا كان على التاريخ شاء أو لم يشأ أن يكون ذاتياً وأن يتوقف على قدرة ذاتية خالصة للقائم بالبحث التاريخى ، خصوصاً إذا لاحظنا من ناحية أخرى أن الوثائق لا تعطينا صورة سينمائية عن الحادث ، وإنما هى صور متناثرة فيها وبين بعض الكثير من الهوات وأنواع النقص والاختلال وعدم الارتباط . فأى عمل هائل على المؤرخ أن يقوم به من حيث إكمال كل قص وسد كل ثغرة بين الوثائق المختلفة ! ومن هنا كان التاريخ إلى حد كبير يقوم على الفن وعلى موهبة خاصة عند المؤرخ الذى يستطيع أن يحيا الماضى بكل ما كان عليه وأن يستعيد كل تجاربه فى الماضى ابتداءً من الوثائق ، وابتداءً من الوثائق وحدها ، وكأنه حياً من جديد وبراث له عياناً .

ذلك أن غاية المؤرخ على حد تمييز رنكه *Ranko* المؤرخ الألمانى العظيم (فى القرن التاسع عشر) هى أن يستعيد الواقع التاريخية ، كما كانت هى عليه بالفعل فى الماضى ، وكأنه عاينها بنفسه . ومعنى هذا أن يقوم للمؤرخ — كما دعا إلى هذا دلتاى — بتجربة حية يحيا فى داخلها الأحداث اللاضية وكأنه عاينها بنفسه

وجهها لوجه ، فهذا — وبهذا وحده — يمكنه أن يؤرخ تأريخاً حقيقياً . وكل هذا إنما يعتمد على قدرة ذاتية ، ولا تجدى الوثائق وحدها نصاً مهما كان من تعددها ، ولهذا سيظل البحث التاريخي بالضرورة بحثاً ذاتياً . ولكن يمكن أن نحدد مهمة المؤرخ بعد هذا في الخطوات التالية : فعليه أولاً أن يستخرج من الوثائق كل المعلومات التي تعبر عنها ، سواء أكانت هذه المعلومات متعلقة بأفراد وأشياء مادية أو كانت متعلقة بأعمال إنسانية أو كانت ثالثاً متصلة بدوافع وبواعت على هذه الأفعال . والخطوة الثانية أن يضم هذه المعلومات التي قلمتها الوثائق الجزئية بعضها إلى بعض ، ويصنفها تبعاً لمبدأ تصنيف معين ، والصعوبة كل الصعوبة في إيجاد مبدأ التصنيف هذا ، بحيث تدرج كل الوقائع للتشابهة تحت فصل بالذات ولا يختلط بعضها ببعض . وثالثاً عليه أن يضمها جماء في إطار عام ، تدخل فيه كل هذه الوقائع قدر المستطاع حتى تتكون صورة واضحة للمصر التاريخي أو للتاريخ العام الذي يبحث فيه . فهذه الصورة الإجمالية أو الإطار العام الذي تدخل فيه الوقائع الجزئية لابد من وجوده في ذهن المؤرخ ، خصوصاً وأن استعادة التاريخ معناها رد التاريخ حاضراً بالفعل وفقاً لتسلسله الزمني ، وهذا لن يتم إلا بواسطة هذه الصورة الإجمالية العامة . ورابعاً يجد للمؤرخ نفسه هنا بازاء كثير من الثغرات في داخل هذا الإطار ، وعليه حينئذ أن يملأها ويملا كل فراغ بين تسلسل سير الأحداث حتى يطرد سير التاريخ ويكون متصل الأجزاء ، وهنا تقوم للموهبة التاريخية الحقيقية وتمتد في غالبها على الخيال الذي يستطيع أن يملأ كل هذه الثغرات الفارغة ويملأ مضامين لكل القوالب الجوفاء التي يجدها في إطاره العام . وهنا للهمة الحقيقية للاسترداد أو إعادة البناء . وخامساً عليه أن يقوم بوضع الصيغ العامة أو الصيغ formules على وجه العموم التي يسجل فيها الحقائق التاريخية واحدة واحدة ، مما يدخل في هذا

الإطار العام ، حتى تصبح حقائق مقبولة قابلة لأن تدون في صورة تاريخية ..
فوضع الصيغ خطوة رئيسية جداً في كتابة البحث التاريخي . وأخيراً تأتي خطوة
سادسة هي خطوة العرض ، وهي خطوة عملية أكثر من أن تكون نظرية ،
ومهمة المؤرخ فيها أن يعرض الأحداث وفقاً للصيغ التي اختارها ، وأن يرتبها
بحيث يمكن أن تنتقل إلى الآخرين ، لا أن تكون مقصورة على المؤلف وحده .
وهذا العرض يتبع جملة من القواعد العملية التي يحسن بالمؤرخ اتباعها ، ولكن
لا نستطيع من الناحية المنهجية أن نفصل القول فيها لأنها ترتبط بالمهمة الجزئية
لكل مؤرخ مؤرخ ، خصوصاً إذا لا حظنا أن هذه القواعد العامة التي وضعناها
يجب أن تكيف وفقاً للدراسة الخاصة التي يقوم بها المؤرخ .

المنهج في علم الاجتماع

والمنهج في علم الاجتماع يتفصل كثيراً عن المنهج في التاريخ بوجه عام ، مع وجود روابط كثيرة بين الاثنين ، بحيث يندرج منهج الاجتماع في منهج التاريخ . فوجه التشابه أن الظواهر في كليهما زمانية في أغلب الأحيان ، وإن كنا نميل في الاجتماع إلى سلب الظواهر الاجتماعية صفة الزمانية لكي نجعلها قواعد عامة ، كما تقرب بين الاجتماع وبين العلوم الوضعية قدر المستطاع . كما أن الاجتماع يدرس على أساس الوثائق المتخلفة لنا عن النشاطات الاجتماعية في تطورها التاريخي . ولا يحدى هنا إلا المنهج المقارنة ، ثم منهج التنويرات للمساواة من بين المناهج الأربعة في التجريب .

ولكن يجب أن نحدد الظاهرة الاجتماعية بطريقة أدق كإفصل دورهم فجعل الظاهرة الاجتماعية تمتاز بصفتين : الأولى أنها مستقلة عن الوعي الفردي وأنه لا يكفي أن يكون قد قام بها كثير من الناس أو أن تكون منتشرة في بيئة من البيئات لكي تعد ظاهرة اجتماعية ، إنما يجب أن تكون ظاهرة خارجة عن كل وعي فردي بحيث يبدو وكأنها تفرض فرضاً على العقول الفردية دون أن يشعروا . ثم بأنهم القلة الحقيقيون كأفراد في بنائها بحيث لا يمكن أن تنسب إلى فرد بالذات ، بل إلى المجموع كـمجموع ، كالا يمكن أن تصدر عن فرد على حدة ، لأنها تتوقف على تركيب جمعي معين هو وحده الذي يستطيع أن يفسر حدوثها . ثانياً تمتاز الظاهرة الاجتماعية بأنها قسرية coercitive إلزامية ، وهذه الصفة نتيجة للصفة السابقة ما دامت هذه الظواهر تفرض على الفرد فرضاً ، وهو مضطر بحكم ارتباطه بالمجتمع أن يتأثر بها وأن يخضع لها — شاء ذلك كفرد أو لم يشأ .

ولكن هذا التحليل للواقعة الاجتماعية واضح أنه ينقصه الكثير من الدقة لأنه سيستبعد من الظواهر الاجتماعية بعض الظواهر التي تصدر عن الآراء الفردية ويكون لها أثر في المجموع : كالقوانين التي تصدر عن شخصية سياسية أو فكرية تنقل تأثيرها في المجتمع إلى أبعد حدوده ، مكونة بهذا منشأة اجتماعية أو وضعا اجتماعيا معينا .

غير أن تحديدنا للظاهرة الاجتماعية على هذا النحو يمكننا من أن نعين المنهج الذي يجب أن نسلكه في الكشف عن قوانين الاجتماع والاطرادات الموجودة في المنشآت الاجتماعية . وهنا سنجد أن المنهج الأعم والذي يجب أن يشمل قيمة المناهج في علم الاجتماع هو منهج التنيرات المساوقة : وذلك بأن تبين التنيرات الموجودة في منشآت وهارنها بتلك التي تحدث في منشأة أخرى بينها وبينها تلازم في التخلف ، وتلازم في الوقوع ، بحيث ينشأ عن فقدان عنصر من الواحد ، فقدان عنصر من الآخر . ولكي نصل إلى تحديد دقيق على هذا الأساس يحسن بنا قدر المستطاع أن نبرعن هذه التنيرات المساوقة في صيغة رياضية كما حاولنا تماماً بالنسبة للمعلوم الفزيائية ، ولهذا كانت طريقة الإحصاء هي من أعظم الطرق وأخصبها في منهج علم الاجتماع لأنها تحدد بطريقة دقيقة كيفية حدوث التنيرات المساوقة مما يمكننا فهم قوانين أو استطرادات الأحوال الاجتماعية . ويحدد دور كلهم قواعد منهج الاجتماع بخمس :

١- يجب أن نعد الوقائع الاجتماعية كأشياء أي يجب علينا ألا نتأثر بأية معان ساقطة تجعلنا ننظر إلى هذه الظاهرة أو تلك من وجهة نظر معينة ، بل يجب أن نعد الظاهرة الاجتماعية ظاهرة طبيعية موضوعية خارجية ليست متأثرة بشخصية معينة هي التي تفسرها أو تكونها . فأنواع الآيين *mœurs* وألوان القيم

الأخلاقية للوجود في جماعتين الجماعات — كل هذه الأمور يجب ألا نحكم عليها من وجهة نظر عاداتنا نحن أو عادات فرد من الناس أو عادات بيئة معينة في زمان ومكان معينين ، فلا نمت هذا النوع أو ذاك بأنه منقطع أو خارج عن هذا السياق أو ذاك بأن يقول إنه خارج عن الدين أو عن معيار الأخلاق . . الخ بل ننده كوقائع الطبيعة سواء بسواء ، نستبعد منه كل تقويم ، وننظر إليه نظرة وصفية موضوعية خالية من كل نظرة تعويجية . فهذا يمكن أن يصير الاجتماع علماً بالحقى الدقيق ، أى مجموعة من المعارف المتصلة بوقائع موضوعية غير متأثرة بمن يفسرونها أو باعتبار تقويمى معين .

٢ — والقاعدة الثانية أن نميز في داخل هذه الوقائع للوضوعية بين ما هو سوى ، وما هو مرمى . فالسوى هو الذى يكون القاعدة العامة في بيئة من البيئات ، والمرضى هو الذى يكون انحرافاً عن القاعدة العامة أو شذوذاً عن القاعدة السائدة ، مع اختلاف في تقدير درجة السوية .

٣ — بعد أن قسم ونصنف الظواهر الاجتماعية على النحو السالف نستطيع أن نتبين المشابهات العامة أو الخاصة للوجود بين طوائف من الظواهر الاجتماعية فتبين حينئذ أنماطاً عامة لأنواع الاجتماع وللأحوال الناشئة عن الوجود في جماعة ، ابتداء من الجماعات المختلطة hordes والقبيلة clan . وتلك هى القاعدة الثالثة من قواعد المنهج في الاجتماع ، ألا وهى أن نحدد الأنماط العامة لأنواع الاجتماع .

٤ — إذا ما حددنا هذه النتائج وبينناها بالتفصيل استطعنا أن نحدد بعد هذا الأحوال الاجتماعية الخاصة التى توجد فيها كل جماعة ، واستطعنا بالتالى أن نفهم هذه الأحوال الاجتماعية من حيث الأسباب التى تعمل فيها دائماً . وهنا يجب أن تكون هذه الأسباب اجتماعية خالصة ، فنفسر الأحوال الاجتماعية بعضها

بعض ، دون التجاء إلى أحوال فردية إطلاقاً أو قدر للمستطاع . فالاجتماع يفسر الاجتماع ، ولا يجب أن يفسر بعلم النفس الفردية إلا في الأحوال القصوى ، وهى حينما تكون الظاهرة الاجتماعية على شفا للنقطة الفاصلة بين الاجتماع وبين علم النفس . ولهذا كانت القاعدة الرابعة أن نبعث في الملل الفاعلية للنتيجة لظواهر الاجتماعية ، ولا بد أن هذه الملل اجتماعية بدورها . ومنهج المقارنة — مع الاستمانة بالمنهج المكون للقاعدة الخامسة — هو الذى يحدد لنا بالدقة هذه الملل الفاعلية .

• — والمنهج الذى يجب أن نسلكه بد هذا يجب أن يكون كما قلنا خصوصاً بمنهج التفسيرات المساوقة ، لأن الظواهر الاجتماعية لا يمكن أن تدرس بدقة إلا عن طريق مقارنة ظواهر متشابهة تنتج نتائج متشابهة . ذلك أن التجريب إن كان عسيراً في علم النفس مع أنه يجرى على فرد ، فكم يكون أشد عسراً بكثير إذا كنا نريد أن نجربه على جماعة ! ذلك أن إجراء تجربة على جماعة بإزالة عنصر أو وضع أو قاعدة سائدة أو نوع من الآيين من شأنه أن يحدث ثورة اجتماعية كلية والمجتمعات لا تسمح بهذا . وكل ما نستطيع أن نقوم به هو تكوين جماعات قليلة مصطنعة اصطناعاً نحاول أن نجعل منها حقلًا لتجاربنا . ولكن في هذا الكثير من التصف والتضع ، ولا يمكن أن يؤدي فعلاً إلى الحقيقة في أمر الظواهر الاجتماعية لأن هذه غالباً تلقائية وتصدر عن أحوال عامة من زمان ومكان وتأثرات خارجية وتأثر بالبيئة وبالوضع التاريخي ، وهى أمور لا يمكن أن تصنع أو تستتار قصداً . لهذا كان منهج التجريب ، بالمعنى العلمى غير متيسر إطلاقاً في علم الاجتماع اللهم إلا منهج التفسيرات المساوقة مع مافيه من قصص إذا ما طبق في الاجتماع ، لأنه سيؤول أيضاً إلى منهج تاريخي من ناحية ومن ناحية أخرى من المسير ، جداً أن نجد أحوالا اجتماعية وأوضاعاً اجتماعية

١٥ — مناهج البحث العلمى

متشابهة لبيئات مختلفة ، فضلاً عن أن العوامل المؤثرة في الاجتماع عديدة وخفية .

فن الصعب جداً أن نكشف عن العوامل أو الملل الفاعلية المنتجة لهذه الظواهر أو تلك ، ولكن يجب أن نحاول استخدام هذا المنهج قدر المستطاع وأن نميز عن نتائجه بدقة قدر الإمكان ، وذلك باستخدام طريقة الإحصاء ، وهي طريقة تقوم عادة على حساب الاحتمالات لأننا لا نستطيع أن نعين أشياء دقيقة كمية ما دمنا يلزأ ظواهر لا يمكن أن تخضع لكم إلا بمسر . وقد أفلح هذا المنهج خصوصاً في علم الاقتصاد لأنه لا يقتصر على أحوال اجتماعية لأصحاب عقول واعية ، بل يمتد أيضاً إلى مسائل وأشياء مادية ، وفي هذا يمكن إدخال الكم والتقدير الكمي بدرجة أكبر . أما في الاجتماع بالمعنى الضيق ، فطبق المنهج في الغاية من المسر ، فضلاً عن أنه أدى إلى كثير من النتائج السطحية للفاعلية .

والإحصاء على نوعين : إحصاء رسمي ، وإحصاء غير رسمي .

فالإحصاء الرسمي هو الذي تأمر به الدولة وتسيطر على إعداده وتنظيمه واستخراج نتائجه بواسطة أجهزة تختص بذلك ضمن جهاز الدولة العام : إما على هيئة مصلحة للإحصاء ، أو بواسطة أجهزة إحصاء فرعية في مختلف مرافق الدولة تتولى القيام بالإحصاءات في القطاع الذي تندرج فيه وتختص به . ومن هذا النوع : الإحصاء أو التعداد العام للسكان من نواح عديدة : العدد ، الدين ، المهنة ، الحالة الاجتماعية من زواج وغيره الخ ؛ والإحصاءات الجزئية مثل الصادرات والواردات ، الإنتاج الزراعي والصناعي ، الدخول الفردية ، الخ .

وعلم الاجتماع يتلقى هذه الإحصاءات على أنها ملاحظات غير مباشرة ،

لأن غيره. هو الذى تولاه. وقيمتها تتوقف على الدقة التى تمت بها ، والنزاهة والأمانة فى إجرائها واستخلاص نتائجها والظروف التى تمت فيها والوسائل التى اتخذت والاحتياطات التى وفى بها ابتداء الاستقصاء والدقة فى البيانات . لكن المقارنة بين الإحصاءات المختلفة فى السنوات والظروف المختلفة تفيد فى تصحيح ما عسى أن يكون قد طرأ عليها من خطأ أو تزيف أو قصور وإهمال .

على أن من الممكن الاستفادة من هذه الإحصاءات فى التنبؤ بالمستقبل الاجتماعى ، تنبؤاً يلب عليه الاحتمال طبعاً نظراً لعدم اليقين فى القوانين الاجتماعية التى يمكن أن تبنى على الإحصاءات .

ومن أنواع الإحصاء ما يسمى باسم التحقيق^(١) enquête وهو إحصاء غير رسمى يستخدم فى استقصاء الحقائق عن ظاهرة من الظواهر الاجتماعية أو فى استبيان رأى العام فى مشكلة من المشاكل . فالتحقيق يهدف إلى معرفة آراء عدد كبير من الناس حول مسألة من المسائل ؛ وهى مسائل متفاوتة كل التفاوت . والانتخابات فى الدول الديمقراطية والاستفتاءات هى ألوان من التحقيقات السياسية . وفى الولايات المتحدة الأمريكية تمت طرائق التحقيق والكشف عن رأى العام نمواً بالغاً فى هذا القرن ؛ ومن أشهر هذه الطرائق طريقة الدكتور جالوب Dr. Gallup وتتماز من سائر الطرق بأنها بدلا من سؤال أشخاص عديدين جداً تقتصر على أفراد نموذجيين typiques يمثلون مختلف الأعمار ومختلف الأوساط الاجتماعية ، وبالجمله مختلف العقليات الموجودة فى

(١) راجع عنه J.-L. Lebreton : *Guide pratique de l'enquête sociale*, 3 vols. in-4° : t. Ier, *Manuel de l'enquêteur* (P.U.F., 1951) ; t. II, *L'Enquête rurale* (P.U.F., 1951) ; t. III, *L'Enquête urbaine*.

بلد ما يراد فيه إجراء تحقيق عن مسألة من المسائل . وقد تبين أن هذه الطريقة التي تم على أفراد نموذجين قد أدت بنتائج فاقته الدقة يتفوق على غيرها من الطرق ، خصوصاً طريقة المسكلمات الهاتفية (التليفونية) فقد كانت بعض « معاهد الرأى العام » في أمريكا تتخذ للطريقة التالية وهي أن مخاطب تليفونيا عدداً كبيراً من الأشخاص وتسألهم ؛ وقد بين جالوب أن هذه الطريقة مصدر لأخطاء عديدة ، لأنه لا يملك التليفونات غير عدد قليل من الناس ، ومن هنا كانت آراؤهم لا تمثل إلا الطبقة التي تملك الحصول على تليفون أو الذين يعملون في مكاتب بها تليفونات الخ . على أن قيمة طريقة جالوب تتوقف هي الأخرى على طريقة اختيار الأشخاص الذي يسألون ، وتستوجب لذلك أفراداً يمثلين حقاً لطبقات اجتماعية شديدة التنوع من حيث السن والمهنة والسكن ، والدخل ، ومستوى المعيشة ، الخ .

ومنهج^(١) الإحصاء يستجيب لحايتين أساسيتين من حاجات العلوم الاجتماعية وهما :

١ — أنه يحل محل التجريب ، فيما يتعلق بالظواهر الحاضرة ، كما أن التاريخ يحل محل التجريب فيما يتصل بالوقائع للماضية ؛ والإحصاء هو المنهج الوحيد القابل للتطبيق على دراسة الظواهر التي لا تملك تغيير ظروفها ؛

٢ — أنه يسمح ، كما يقول كورنوت Cournot بجمع وتنسيق وقائع عديدة من أنواع مختلفة ، بحيث نحصل على روابط عديدة مستقلة عن شواذ الصدفة .

المنهج المونوغرافي :

وهناك منهج آخر ينافس منهج الإحصاء في الازدادات الاجتماعية وهو

المنهج المونوغرافي *la méthode monographique* : والمونوغرافيا في الأصل وصف موضوع مفرد : فالسيرة هي مونوغرافيا فردا . لكن المقصود بها في علم الاجتماع هو القيام بدراسة مفردة عن جماعة أولية مثل الأسرة ، القرية ، القبيلة ، المصنع الخ . غير أن بعض علماء الاجتماع الأمريكيين فهموا منها أيضاً دراسة الأفراد كوسيلة للدراسة الاجتماعية .

وأول^(١) من أدخل دراسة سيرة الشخص والوثائق الشخصية في علم الاجتماع هو توماس وزنانيسكى *Thomas & Znaniecki* في كتابهما : « الفلاح البولندي في أوروبا وأمريكا »^(٢) ، وقد قالا إن هذا المنهج في علم الاجتماع هو « النموذج الكامل للدراسة الاجتماعية » . وأرادا أن يدرسا الحياة الاجتماعية دراسة علمية تحسب حساب العوامل الموضوعية والعوامل الذاتية للسلوك . وحاولا تصحيح نظريتهما والفروض التي افترضنها بالاستعانة بالوثائق الشخصية ؛ واستخرجا بذلك مبادئ وتعميمات يمكن تطبيقها في مواقف أخرى في مجرى التطورات الاجتماعية . لكن نتائج أبحاثهما والمبادئ التي وضعاها قد تلقاها علماء الاجتماع بالتحفظ . فقد اعترف بما للوثائق الشخصية المتعلقة بحياة شخص أو أشخاص في قيمة ما من فائدة بوصفها معطيات يستفاد منها في البحث الاجتماعي ؛ لكن قيمتها العلمية محدودة لأنها شخصية فردية . وقيمتها هي في الدراسات الوصفية والأبحاث التمهيدية الاستكشافية لأنها تعطي أفكاراً هادية في البحث ، لا نتائج يقينية يمكن تعميمها .

لكن جاء ألبورت *G. W. Allport* فدافع عن قيمة المونوغرافيا القاعة

(١) *The Polish Peasant in Europe and America, 1833-34.*

(٢) راجع مقال إرنست برجس في : « علم الاجتماع في القرن العشرين » التي أشرف على إخراجها جورج جورفنتش ، باريس سنة ١٩٤٧ ج ١ ص ٢٨ وما يليها .

على السيرة الشخصية والوثائق الشخصية وقال إنها نافعة في المنهج العلمى الاجتماعى نفسه :

«وأن من الممكن بيان أن المونوغرافيات تعمق الفهم ، وتقوى القدرة على التنبؤ ، والقدرة على الضبط بأن تجعلها يتجاوزان المستوى الذى يمكن المرء بلوغه إذا ما تسلىح بالفهم السليم وحده»^(١) .

ويمكن اتخاذ منهجين للتفسير يطبقان على الوثائق الشخصية : المنهج النوميوتيقى *nomothétique* أو الدراسة المقارنة للوثائق ابتغاء الوصول إلى تعميمات ؛ والمنهج الأيديوغرافى *idiographique* أو دراسة الأحوال الفردية من ناحية ما فيها من فردية وتمامية .

القياس الاجتماعى^(٢) :

على أن الفهم يتوقف على تحليل التصورات المتعلقة بظاهرة اجتماعية . ولكن هذا التحليل المنطقى فيه من الغموض ما فى التصورات ؛ ولهذا فكر بعض علماء الاجتماع فى اتخاذ منهج يكون كفيلا بالدقة العلمية . ولما كانت الدقة العلمية لم تتحقق إلا عن طريق إدخال الكم فى الدراسة ، لهذا بحثوا عن طريقة كمية تكون مكملة للتحليل المنطقى للتصورات ، فاتخذوا ما سمي باسم « القياس الاجتماعى » *sociométrie* الذى ينسب إلى الدكتور ج . ل . مورينو Dr. J. L. Moreno (ولد فى بوخارست سنة ١٨٩٢) وهو طبيب أمراض

(١) *The use of Personal Documents in Psychological Science* ,

p. 185. (عن المقال المذكور) .

(٢) راجع عنه كتاب مورينو بعنوان *Who shall survive ?*

نفسية نساوى الأصل ولكنه هاجر إلى أمريكا ، وكان تلميذاً لفرويد ، وأنشأ أولاً « الدراما النفسية » التي قصد بها إلى استتارة الانطلاقات اللاشعورية على المسرح ؛ ثم تطورت الدراما النفسية إلى الدراما الاجتماعية وفخاها إحياء مواقف اجتماعية مصطنعة على المسرح وتمثيل دور ما ، وليكن دور الزنحى أو رب العمل . لكنه رأى أن هذا لن يخرج عن ميدان الكيف فى الدراسة النفسية والاجتماعية ، فأنشأ منهمج القياس الاجتماعى وخلاصته : أن نطلب إلى أفراد جماعة ما اختيار من يستلطفونهم أو يستقلونهم أكثر من غيرهم فى هذه الجماعة . والإجابات التى نحصل عليها تسمح بالحصول على رسوم اجتماعية ، تبدى ، فى شكلها الأولى ، على هيئة سلسلة ومثلث ومستطيل ونجمة . وحينما نمثل على ورقة إجابات كل أفراد هذه الجماعة فإننا نحصل على تعقيدات تبدو لأول وهلة أنها لا يمكن فصلها وتمييزها . لكننا نستطيع رغم ذلك الوصول إلى تمييز بعض الأمور السائدة وإلى نتائج ذات دلالات . فنلأ الشخص الذى ينال استلطافاً كبيراً (ويرمز إليه بنجمة) يمكن أن يختاره إما زملاء استلطفهم كثير من الزملاء : وحينئذ نكون بإزاء شخصية « قوية » ؛ أو شخص اختاره ناس لم يلتفت إليهم الآخرون ، فتكون حينئذ بإزاء شخصية « شعبية » . وإذا ما قارنا رسوماً اجتماعية sociogrammes مختلفة فإننا نصل إلى قوانين تحدّد أو تسم ملاحظات التجربة العامة .

Bibliotheca Alexandrina



0495322

٣٥

المطبعة العالمية ١٦، ١٧ من مخرج سعد الناصرة